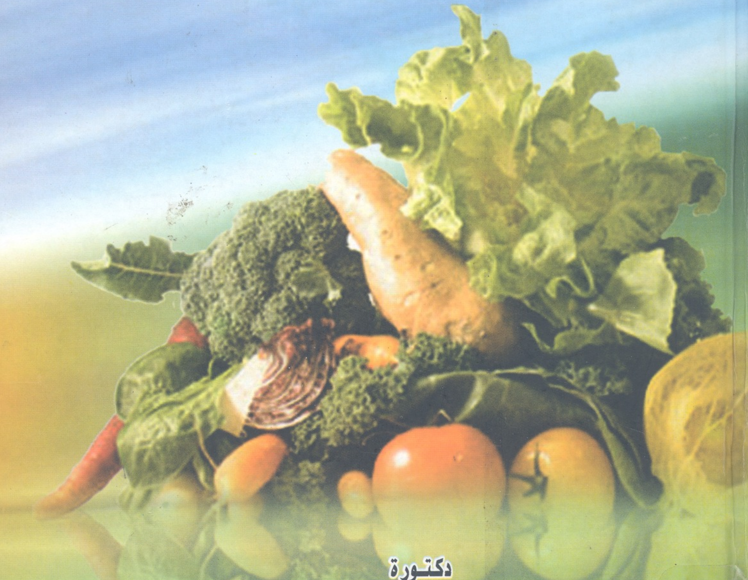
الغذاء و التغذية



دكتورة

ايزيس عازر نوار

أستاذ ورئيس قسم الاقتصاد المنزلى سابقا

كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية

دار المعرفة الجامعية

الغــذاء والتغذية

تأليف

الأستاذة الدكتورة

إيزيس عازر نوار

قسم الاقتصاد المنزلى

كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية

دار المعرفة الجامعية

للطبع والنشر والتوزيع

- الإدارة: ٤٠ شارع سوتير - الأزاريطة - الإسكندرية
ت: ٤٨٧٠١٦٣

- الفرع: ٣٨٧ شارع قنال السويس - الشاطبي - الإسكندرية
ت: ٥٩٢٣١٤٦

إهـــداء الطبعة الأولى

- إلى أستاذ الجيل ...
- إلى الاستاذ الذى يمثل الأب الروحى للعلوم الاجتماعية الزراعية فى الدراسات الجامعية بمصر عامة وفى جامعة الإسكندرية على وجه الخصوص...
- إلى منشىء ومؤسس أقسام الاقتصاد الزراعى والمجتمع الريفى والإرشاد الزراعى والاقتصاد المنزلى بكلية الزراعة جامعة الإسكندرية ...
- إلى الوالد الذى يمثل لنا جميعًا الأستاذ الذى يرعى تلاميذه فى رفق وحنو...
- إلى الأستاذ الذى وقف بإصرار إلى جانب القيم والمثل الأخلاقية فى تصميم وشجاعة فأصبح لنا جميعًا -نحن أبناؤه وبناته- النموذج الذى نحب أن نسير على دربه ...
- وما أقل أمثاله فى عالمنا المعاصر ...

إلـى

الأستاذ الدكتور محمد منير الزلاقى

أستاذ ورئيس مجلس قسم الاقتصاد الزراعى

بكلية الزراعة – جامعة الإسكندرية

(الأسبق)

إليه أقدم باكورة إنتاجى لخدمة أبنائى من شباب مصر وأمدها، داعية له من الله أن يمتعه بالعمر والصحة ليستمر دائمًا فى العطاء.

إهـــداء الطبعة الثانية

إلى

روح

المرحوم الأستاذ الدكتور

محمد منيــر الزلاقى

لما قدمه من عطاء وبذله من جهد

طوال حياته

أسكنه الله فسيح جناته

أقدم هـذا المرجـع فـى طبعتـه الثانيـة حيـث كـانت الطبعـة الأولى عـام ١٩٧٥ تحت رقم إيداع ٤٧٤٣ / ١٩٧٥ ولاحقت المؤلفة تقدم علم الغـذاء والتغذية حتى عام ٢٠٠٢، وهذا المجهود المتواضع أرجو أن أقدمه لكل طـالب علم وباحث فى هذا الميدان ليشبع رغبته فى البحث العلمى والتوصل إلى كـل جديد فيه لنخدم جميعًا وطننا العزيز مصر.

المؤلفة

١٠ أكتوبر ٢٠٠٢

الفهـــرس

الموضوع	الصفحة

الباب الرابع
البروتينات Proteins

الموضوع		الصفحة

الموضوع	الصفحة

الباب الخامس
الهضم والامتصاص والميتابوليزم

الباب السادس
الحاجة إلى الطاقة

الموضوع	الصفحة

الباب السابع
الفيتامينات

الموضوع | الصفحة

الباب الحادى عشر
العلاج التغذوى

الموضوع	الصفحة

تقديم

منذ بدء الخليقة والإنسان ولآلاف بل الملايين السنين والإنسان يبحث عن غذائه، وهذا البحث عن الغذاء قد شكل التاريخ حيث أثر على الشعوب من حيث نموها، هجرتها، واستيطانها فى أماكن جديدة ... بل أثر على الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والسياسية لبلدان العالم ... فكان للبحث عن الغذاء دور فى تطوير الملاحة واكتشاف العالم الجديد واتسعت دائرة التجارة، وكان سببًا فى قيام الحروب... كما اختلفت القبائل بعضها عن بعض حسب معتقداتها الغذائية، وكان لاكتشاف معدى الغذاء أى الطهاة عن أثر الحرارة على الأغذية والمواد الخام، وذلك قبل التاريخ قد وضع الأسس الأولى لعلم الكيمياء... وكان لطاحونة الماء التى كانت تستخدم فى طحن الحبوب دور فى وضع أسس التصنيع والتكنولوجى .. بل كانت كثير من الحروب تؤجل لبعد موسم الحصاد لأن القدماء توصلوا إلى أن الجنود الشبعى أقدر على هزيمة الجنود الجائعين.

وقد بدأ الاهتمام بالتغذية من منطلق الاهتمام بصحة الإنسان، حيث ترتبط صحة الإنسان بالطعام ومكوناته وأسلوب وطريقة إعداده وتناوله، واتسع نطاق الاهتمام بالتغذية حتى أصبحت من العلوم المحورية التى تدور حولها علوم أخرى، بل ومن العلوم الاستراتيجية التى توضع فى ضوئها خطط الدول وسياساتها.

ومن هنا انطلق الاهتمام بمصادر وإنتاج الغذاء النباتية والحيوانية، فصار الاهتمام بدراسة التربة وأنواعها ووسائل استصلاح الأراضى وغيرها من العلوم الضرورية لإنتاج المحاصيل والمزروعات التى توفر ما يحتاجه الإنسان من غذاء، كما صار الاهتمام بالحيوانات من ماشية، أغنام، دواجن، أسماك، محاريات ... وكيفية إنتاجها وتربيتها ورعايتها صحيًا .. وأصبح هذا من القضايا التى شغلت المسئولين. فأنشئت لها أقسام فى الجامعات التى اهتمت بتوفير المتخصصين لضمان توفير غذاء الإنسان، وصارت لها اقتصاديات للإنتاج والتصدير وركيزة رئيسية لاقتصاد الدولة.

إن التغذية ومكونات الغذاء تشكل الحاجات الأساسية Basic needs للإنسان بمعنى أنها أصبحت ضرورية لبقائه، وغياب هذه الضرورة تهدده بالفناء، ومن ثم صارت عاملاً من العوامل الأساسية لسياسة الدولة وعلاقاتها بالدول الأخرى .. ومن

العوامل المحركة للحروب والاستعمار لضمان الحصول على الغذاء الذى يضمن بقاء الشعوب المغيرة.

وتسعى كل دولة لتكون دولة مكتفية بذاتها بمعنى أنها قادرة على توفير غذاء شعبها ومن ثم تكون مستقلة وحرة فى تشكيل قرارها، ومن هذا المنطلق صارت التغذية مقرونة بالحقوق السياسية ودعامة من دعائم حرية الإرادة للدولة، واهتمت كل دولة بضرورة المحافظة على الاكتفاء الذاتى ورصدت جزءًا كبيرًا من الميزانية لتطوير علم التغذية والعلوم المرتبطة بصحة الإنسان وصحة وسلامة الغذاء على أسس علمية سليمة.

ولهذا أصبحت الحاجة ملحة للاهتمام بالعلوم الطبيعية والاجتماعية نظرًا لاحتياج الإنسان إلى التزود بالمعارف الفنية لتطوير حياته وبالمعارف الاجتماعية لتنظيم العلاقات الإنسانية فى المجتمع الذى يعيش فيه، ولتطوير تلك العلوم الطبيعية ومحصلة ذلك كله هو تحقيق سيطرة الإنسان على العوامل الطبيعية، بطرق وأساليب تيسر له تحقيق أقصى درجات السعادة والرفاهية الاجتماعية والاقتصادية.

وتهتم كليات الزراعة بتدريس العلوم الطبيعية المتصلة بالأرض والزراعة وتهتم فى نفس الوقت بالعلوم الاجتماعية المتصلة بالإنسان الذى يعمل ويعيش على الأرض والزراعة، ولذا فإن الأهداف العامة لمجموعة العلوم الزراعية بكليات الزراعة هى زيادة الإنتاج وتعديله بأقل النفقات مع تنظيم الاستهلاك بالقدر الذى يحقق رفع مستوى معيشة الأمة ومستوى أفرادها على السواء.

وعلى هذا فيمكن تقسيم العلوم الزراعية إلى ثلاث أقسام رئيسية : يهدف القسم الأول منها إلى التعرف على ما يمكن إنتاجه من الحاصلات والخدمات وأسباب ذلك، ويدخل فى نطاق هذه المجموعة من العلوم علم الاقتصاد الزراعى. ويهدف القسم الثانى إلى التعرف على طرق الإنتاج ووسائل تحسينه ويدخل ضمن هذه المجموعة زراعة المحاصيل الحقلية والبستانية والكيمياء الزراعية والحشرات... إلخ. أما القسم الثالث من العلوم الزراعية فيتضمن علومًا تهدف إلى التعرف على ما يمكن استهلاكه من الحاصلات والخدمات وأكثر طرق الاستهلاك فعالية ويدخل ضمن هذا القسم علم الاقتصاد المنزلى. فالعلوم الحديثة لم تهمل الإنسان، وأصبح إنتاج الإنسان هو أحد الأقسام الرئيسية للدراسات الحديثة.

والمقصود بإنتاج الإنسان هو توفير متطلباته الغذائية والكسائية والإيوائية والسلوكية، وهذا من اختصاص علم الاقتصاد المنزلى. وتحسين الإنسان عن طريق علم الاقتصاد المنزلى معناه زيادة الإنتاج وهو عامل هام فى تحسين الأحوال الاجتماعية والاقتصادية، فالإنسان هو أحد عوامل الإنتاج الرئيسية التى هى الأرض ورأس المال والعمل والإدارة، وهذان الأخيران ممثلان فى الإنسان.

وتعترض الإنسان كثير من المشكلات، من بينها المشكلات الغذائية.

إن عالمنا المعاصر فيه الكثير من المفارقات بل والمتناقضات.

فهناك دول يزيد فيها الإنتاج حتى إنها تلقى بالفائض عنه فى عرض البحر حتى لا تنخفض قيمة المحصول بناءً على قاعدة "العرض والطلب". وهناك دول تشكو من الفقر الذى يحل بشعوبها إلى حد الموت جوعًا.

هناك شعوب تخشى من التخمة على اقتصادياتها، وهناك شعوب تشكو من نقص الطعام أو نقص نوعيات خاصة من الطعام لا يستطيع أن يستغنى عنها الجسم.

فالفارق هائل وضخم بين الدول الغنية والدول الفقيرة، وفى عالمنا المعاصر يزداد الغنى غنى ويزداد الفقير فقرًا.

وهى صورة رهيبة تمثل المأساة الحقيقية لا من الناحية الإنسانية والأخلاقية فحسب بل ومن الناحية السياسية أيضًا.

فمستقبل البشرية مهدد بقيام ثورات الجائعين من الشعوب، ويوم تقوم هذه الثورات فلا حدود. ولا ضمان للجائع إذا ثار، ويومها يواجه سكان كوكبنا الأرض تهديدًا لا مثيل له لمستقبل البشرية على هذا الكوكب.

ويحاول هذا المرجع أن يلقى الضوء على جانب هام من الجوانب التى يعانى منها الإنسان فى كل زمان ومكان.

فهو يتناول الغذاء والتغذية فى كل المجالات بالبحث العلمى المدعم بالتجارب المعملية؛ لأن الأمراض الناجمة عن التغذية لا تصيب الفقير وحده بسبب ضعف إمكاناته الاقتصادية، وإنما تصيب الغنى أيضًا بسبب جهله بالأسلوب الصحى فى التغذية.

وهنا يأتى دور الاقتصاد المنزلى والقائمين عليه من إسهام فى حل المشكلات الغذائية، مما يقوم به من أبحاث وتجارب لمقابلة احتياجات الإنسان الغذائية تحت كل

الظروف، ومن بذل الجهد دون ملل حتى ينتشر الوعى الغذائى بين كل الطبقات بحيث يشمل كل المستويات.

فما يقوم به الاقتصاد المنزلى من نشر الوعى بين الطبقات الفقيرة يختلف عما يقوم به بين القادرين...

فبين الطبقات الفقيرة يبذل الاقتصاد المنزلى جهده لنشر الوعى عند ربة البيت ليساعدها على تقديم وجبات غذائية رخيصة -تتفق مع ميزانية الأسرة- بحيث تفى هذه الوجبة باحتياجات الجسم من البروتينات والدهون والكربوهيدرات والفيتامينات والمواد المعدنية وغيرها.

وأما مع القادرين، فإن الاقتصاد المنزلى يقوم بدور التوعية حتى لا يقتصر الطعام فى بيوت الأغنياء على أنواع معينة دون الاهتمام بأنواع أخرى يكون الجسم فى حاجة إليها...

وهناك أيضًا دور الاقتصاد المنزلى فى تعديل الكثير من العادات الغذائية السائدة الموروثة منذ آلاف السنين عند أى شعب من الشعوب، وفى هذا المجال فإن على الاقتصاد المنزلى عبء ضخم، ذلك لأن تغيير العادات يحتاج إلى جهد ووقت طويلين، لأنها عادات سادت عدة قرون، فلا يمكن أن نتوقع تعديلها فى وقت قصير أو جهد محدود.

أقدم هذا الكتاب للمهتمين بغذاء الإنسان وتغذيته كما أقدم هذا الكتاب لطالبات وطلاب كلية الزراعة، وبه أحاول أن أضعهم أمام أول درجات البحث العلمى، راجية منهم مواصلة البحث فى هذا المجال الحيوى، فشعلة العلم تنتقل من جيل إلى جيل، وعلى الجيل الحاضر أن يحمل المشعل من الجيل الذى سبقه على أن يضيف زيتًا جديدًا إلى الشعلة حتى تظل تضىء...

راجية كل دارس وباحث التوفيق لما فيه خير بلدنا الحبيب : مصر، التى من أجلها يهون كل صعب وكل جهد.

المؤلفة

١٠ أكتوبر ٢٠٠١

لمحة تاريخية :

حاول الناس كثيرًا الوصول إلى حلول لمشاكل التغذية، ولكنهم لم يحرزوا تقدمًا كبيرًا، إلى أن ظهر علم الفسيولوجى وغيره من العلوم التى كان لها إسهامات كثيرة منها الفيزياء، الكيمياء، البيولوجى، الطب والزراعة فى إحراز تقدم ملحوظ، وفى القرن العشرين أصبح علمًا له بنيته ومقوماته العلمية مثل غيره من العلوم الأخرى.

وباستعراض تاريخ نشوء علم التغذية نرجع إلى الوراء إلى لافوازيه Lavoisier العالم الفرنسى (١٧٤٣ - ١٧٩٤) بعد تجاربه الشهيرة التى قام بها فى فرنسا واستفاد بما توصل إليه من سبقوه من علماء فى تفسير ظاهرة التنفس وتوصل إلى معرفة مكونات الهواء الجوى من غازات النتروجين والأكسجين، وأن الأكسجين يعمل على أكسدة ما تناوله الإنسان من غذاء وطعام وهذا يشبه تمامًا حرق أى مادة فى البيئة خارج جسم الإنسان، وينتج عن ذلك حراة وثانى أكسيد كربون.

وقد انتهى لافوازيه إلى أن الشخص الذى يعمل يحتاج إلى طعام أكثر من الآخر الذى لا يعمل .. وأن الاطفال يحتاجون إلى حرارة أكثر من البالغين، وأن الشخص البدين يموت قبل الشخص النحيف.

ولا زالت التغذية محور اهتمام الإنسان ويبذل الإنسان جهدًا كبيرًا لتوفير احتياجاته الأساسية من الغذاء بجانب ما يحتاجه من الكساء والإيواء.

وقديمًا اهتم الإنسان المصرى القديم بالغذاء واعتبره من الأسس اللازمة لسلامة صحته ومع ذلك أشار قدماء المصريين إلى أنه لابد من عدم الإفراط فى تناول الطعام لأنهم وجدوا أن الإكثار منه يؤدى إلى العديد من الأمراض.

كما كان قدماء المصريين يتناولون بعض الأغذية رمزًا للاحتفال بأعيادهم .. فكانوا يشكلون الخبز على هيئة عرائس تقدم للأطفال فى أعيادهم، وكانوا يقدمون أطعمة خاصة فى عيد الطبيعة المعروف حاليًا بشم النسيم، ومن بين هذه الأطعمة الملانة، البصل، البيض، الفسيخ .. وأصبحت من القائمة اللازمة لمائدة شم النسيم ومرتبطة بعادات وتقاليد المصرى القديم.

كما كان المصرى القديم يستخدم الخس وزيت بذوره فى علاج كثير من أمراض الجهاز الهضمى والعصبى والأمراض الروماتيزمية وأيضًا لزيادة حيوية الجسم الجنسية كما ورد فى البرديات الطبية.

وفى عهد الإغريق قبل الميلاد كان العلماء يعتبرون أن الجسم يتكون من دم ومواد مخاطية وعصارات مثل عصارة الصفراء.

كما كتب سقراط الفيلسوف اليونانى ديالوجًا مع تلميذه أطلق عليه Economecus ونقله إلينا الكاتب اليونانى Xenophon وكان هذا الديالوج عن إدارة المنزل والحقل وأشار فيه إلى إدارة الغذاء، كما أشار أبو قراط (أبو الطب) اليونانى (٤٦٠-٣٦٤ قبل الميلاد) أن الغذاء هو أحد احتياجات الجسم اللازمة والأساسية لاستمرار الحياة، وقام بتدريس قيمة الوجبات الغذائية، ولكنه كان يعتقد أن الغذاء يتكون من عنصر غذائى واحد، ثم كتب Galen عالم الفيزياء الإغريقى عن التشريح والتغذية وا لصحة وكان الجميع يؤمنون بكلامه بلا جدال.

وبعد تقدم العلوم وازدهار البحث العلمى فى أوربا ابتدأ العديد من العلماء فى مختلف مناحى العلوم من بيولوجى وبكتريولوجى وتشريح وكيميا وفيزياء فى توجيه اهتماماتهم إلى الغذاء وأهميته لاستمرار الحياة ولتجنب المرض والوقاية منه.

ومن هؤلاء العلماء Santoris Sanctorius (١٥٦١ - ١٦٣٦) الذى قام بالعديد من التجارب حيث كان يزن نفسه ويحسب كمية الأكل التى تناولها ولكنه لم يجد جوابًا لسؤاله عن سبب زيادة وزنه بعد الأكل، أما John Mayo (١٦٤٣-١٦٧٩) فقام بعدة تجارب على الحيوانات وخلص منها أن عملية تنفس الهواء ينتج عنها تنقية الدم التى فيها يتحول الدم الوريدى إلى دم شريانى، وهذا فتح المجال أمام العلماء لمعرفة الكثير عن الهواء ومكوناته.

وجاء بعد ذلك Joseph Black (١٧٢٨ - ١٧٩٩) الذى توصل بعد إجراء تجاربه المختلفة أن غاز ثانى أكسيد الكربون يعكر ماء الجير وأطلق عليه مصطلح الهواء الثابت Fixed air وتوصل إلى أن جميعه نطرده إلى الخارج أى تخرج هذا الجزء الثابت من الهواء من أجسامنا. أما غاز الهيدروجين فقد أطلق عليه Cavendish (١٧٣١ - ١٨١٠) مصطلح "الهواء المحترق"، بينما الغاز المتبقى فقد أطلق عليه فيما

بعد Rutherford (١٨٧١ - ١٩٣٧) مصطلح غاز النتروجين، واكتشف Priestlly الإنجليزى (١٧٣٣ - ١٨٠٤) وSheele السويدى (١٧٤٢ - ١٧٨٦) كل على حدة غاز الاكسجين وأطلقا عليه "هواء النار" واستفاد Lavoisier (١٧٤٣ - ١٧٩٤) من تجارب من سبقوه وتوصل إلى تركيب الهواء كما سبق ذكره، كما أن الغذاء يحترق بواسطة الأكسجين وينتج عن ذلك حرارة وثانى أكسيد الكربون.

أما William Olin Atwater (١٨٤٤) الذى يعتبر الأب الروحى لعلم التغذية فقام بتجارب معملية كثيرة، من بينها تبادل الغازات بين الدم والأنسجة وقياس السعرات الحرارية calorimetry وهى أول خطوة فى معرفة الاحتياجات التغذوية nutrition requirements. كما أعطى قيم السعرات الناتجة عن احتراق ١جم من كل من الكربوهيدرات والدهون والبروتين وهى ٤، ٩، ٤ كالورى، وهى المستعملة الآن. كما أجرى تجاربًا على أشخاص لدراسة الهضم، كما قام بدراسات على القيم التغذوية للحبوب واللحوم والخضروات والفواكه. كما درس أثر طرق إعداد وطهى الأغذية.

وفى سنة ١٨٩٤ رصد الكونجرس الأمريكى مبلغ عشرة آلاف دولار لكى تقوم وزارة الزراعة بإجراء بحوث وكتابة تقارير عن القيم الغذائية لأنواع مختلفة من الغذاء الإنسانى، وتقديم وجبات كاملة من الغذاء الصحى والنسب الملائمة بحيث تكون اقتصادية أكثر من الغذاء العادى ومنذ ذلك الوقت أصبح علم التغذية علمًا يدرس على نطاق واسع، وفى سنة ١٨٩٦ نشر Atwater أول مجلة تشمل جدولاً عامًا عن القيم الغذائية للطعام فى بلاد مختلفة.

واتجه Atwater إلى البحث عن وجبة اقتصادية كاملة فى الوقت الذى كان البروتين والكربوهيدرات هما المصدران الهامان للطاقة، أما الفواكه والخضروات فقد كانت غالية الثمن وتعتبر من الكماليات، كما أوضح خطورة استهلاك أطعمة ذات نوعية واحدة، وأيضًا الأطعمة التى تحتوى على كميات زائدة من الدهون والنشا والسكر تمد الجسم بالحرارة والقوة، أما محتواها من المواد النتروجينية فهو قليل نسبيًا وهى التى تكون الدم والعضلات.

كما ذكر Atwater أنه يمكن زيادة المحاصيل ورفع محتواها من النتروجين عن طريق اتباع طرق زراعة أفضل واستعمال أسمدة أكفأ.

ولتوضيح أهمية الغذاء أوضح Atwater فى كتابه أن قدرة أى شخص على القيام بأى عمل تعتمد على التغذية، كما ذكر أن الغذاء الذى يتناوله الإنسان يستخدمه فى بناء أنسجته ويستهلكه ليعطى طاقة فى صورة حرارة ليحفظ الجسم دافئًا ويعطيه الطاقة التى يستخدمها فى العمل، وأضاف أن الطعام الصحى هو الذى يكون متفقًا مع احتياجات الجسم، وأن أرخص أنواع الطعام فى نظره هو ما يعطى أكبر قيمة غذائية بأقل التكاليف وأن الطعام الاقتصادى هو الطعام الصحى الرخيص فى نفس الوقت.

وأظهر William Prou فى كتابه عن الكيمياء ووظائف الهضم أن الطعام يحتوى على ثلاث عناصر أساسية : السكر والمواد الزيتية والمواد الزلالية.

ثم بدأ عهد جديد سنة ١٨٦٦ عندما أظهر François Magendie عالم الفسيولوجى فى فرنسا أن الكلاب تموت إذا أُعطيَت سكر أو زبد أو زيت فقط، ولكنها تعيش إذا أعطيت طعامًا يحتوى على نيتروجين. كما أن Renault (١٨١٠ - ١٨٧٨) برهن فى عملية التنفس أن نسبة ثانى أكسيد الكربون الناتج إلى الأكسجين المستهلك تعتمد على نوع الغذاء، ومنه عرفت النسبة التنفسية respiratory quotient. واكتشف Claude Bernard (١٨١٧ - ١٨٧٨) الفرنسى الجليكوجين glycogen وأهمية عصير البنكرياس فى هضم وامتصاص الدهون.

وأوضح Leibig (١٨٠٣ - ١٨٧٣) من ألمانيا أهمية الكربوهيدرات والدهون بالنسبة للإنسان؛ حيث أنها لازمة لتوليد الطاقة اللازمة من خلال تأكسدها فى الجسم، واعتقد أن البروتين هو مصدر نتروجين البول.

وأظهر Voit الألمانى (١٨٣١ - ١٩٠٨) أن الإنسان يحتاج إلى البروتين لبناء أنسجة جسمه ويحتاج إلى الكربوهيدرات والدهون لتوليد الطاقة اللازمة للعمل الميكانيكى.

وفى سنة ١٨٦٥ توصل Henneberg وStohman فى ألمانيا إلى طريقة التحليل التقريبى proximate analysis وهى ماتزال تستعمل للآن. كما تمكن Johanna Keldahl الدينماركى عام ١٨٨٣ من عمل طريقة قياس النيتروجين من المواد العضوية، وقد ساعد كل ذلك فى تطور علم التغذية.

وعرف Boussingault (١٨٠٢ – ١٨٧٨) التوازن الغذائى food balance وتم حسابه باستخدام حيوانات التجارب، بتقدير الفرق بين مكونات الغذاء والفضلات من العناصر العضوية والأملاح المعدنية. واستمر Bidder (١٨١٠ – ١٨٩٤) ومعه Schmidt (١٨٢٢ – ١٨٩٤) فى إجراء هذه التجارب، وتوصلا إلى أن هناك حدًا أدنى للتمثيل الغذائى food utilization حتى إذا لم يتناول الحيوان أى غذاء أو لم يقم بأى نشاط جسمى، وهذا ما يعرف اليوم بميتابوليزم الراحة (القاعدى) resting basal metabolism.

وفى عام ١٩٠٠ أى فى أوائل القرن العشرين اكتشف Wollesten الحامض الأمينى amino acid وأن أبسط أنواعه هو glycine ولكنه لم يعرف طبيعة هذا الحامض، وقد عرفه Braconnet على أنه أحد نواتج التحليل المائى للجيلاتين gelatin. ثم اكتشف باقى الأحماض الأمينية. وفى ١٩٣٠ ابتدأ Rose فى إجراء تجاربه المشهورة على الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية، وكان آخرها تجارب حامض Threonine. وفى عام ١٩٥٥ وضع Rose المقررات اليومية من الأحماض الأمينية.

كما اكتشف خلال القرن العشرين باقى الفيتامينات والمعادن. وكانت أول محاولة لعزل الفيتامين فى عام ١٩٣٢ حيث تمكن King من عزل فيتامين "C" من عصير الليمون، وأمكن عزل فيتامينات أخرى ومعرفة خصائصها واحتياج الجسم منها، وكان اكتشاف فيتامين B_{12} عام ١٩٤٨.

ومنذ عام ١٩٥٥ واكتشاف الميكروسكوب الإلكترونى وتقدم التحليلات الكيميائية الدقيقة، واستخدام العناصر المشعة radioactive isotopes كل ذلك أتاح الفرصة لدراسة المتابوليزم على مستوى الخلية ومكوناتها subcellular components أو organelles ... وتراكمت المعلومات الخاصة بتركيب الخلية والدور الهام للعناصر الغذائية فى النمو والتطور والصيانة.. وأصبح واضحًا دور العناصر الغذائية فى بناء الإنزيمات ومركبات الخلية المختلفة، وأن غياب أحد هذه المركبات قد يؤدى إلى فشل الخلية فى أداء وظائفها ثم موتها.

إن دراسة الخلية قد أثار الاهتمام بدور الوراثة وأثره على الاحتياجات

الغذائية. وساعد ذلك فى تفسير ظهور حالات الإعاقة واضطراب الميتابوليزم. كما أن دور التغذية فى نمو المخ وتكوين السلوك والجهاز المناعى ومقاومة الضغوط والظروف البيئية وعوامل التلوث... كلها مداخل جديدة ينبغى الاهتمام بها.

كما أن التغذية العلاجية therapeutic nutrition أصبحت موضع اهتمام المتخصصين فى التغذية، فأصبح النظام الغذائى مهمًا فى العلاج.

وأصبح اهتمام المتخصصين كبيرًا بما لدى الناس من معلومات عن بعض الأغذية والعناصر الغذائية ودورها فى علاج أو تجنب لبعض الأمراض، وقد تكون هذه المعلومات صحيحة أو خاطئة؛ لهذا يهتم المتخصصون بالعمل على تصحيح المفاهيم والمعلومات الخاطئة لدى الناس والتعرف على احتياجاتهم وتثقيفهم بالمعرفة البسيطة والطريقة الملائمة، مع الاهتمام بإحداث تغيرات سلوكية بين الناس تسفر عن تحسن فى حالتهم التغذوية والصحية.

واتسع نطاق الاهتمام بالتغذية فى كل دول العالم، وكذلك فى المنظمات العالمية، من بينها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) والتى أصبحت منذ ١٩٤٤ مسئولة عن تحسين الحالة التغذوية لسكان العالم كأحد السبل إلى السلام العالمى... وأيضًا منظمة الصحة العالمية (WHO) منذ ١٩٤٨ وقد خصصت جزءً من مواردها لحل مشكلة التغذية العالمية... وكذلك وكالة التنمية العالمية (AID)... وغيرها من المنظمات، هذا بالإضافة إلى المنظمات المحلية فى الدول المختلفة...

وعبر السنوات ... فقد ظهر من خلال البحوث المختلفة أن التغذية الجيدة دون نقص أو زيادة شرط أساسى للصحة الجيدة وتقى الفرد من الأمراض المختلفة التى قد تكلف الدول ملايين الدولارات... للعلاج أملاً فى الشفاء، وأصبح الطعام الآن

غذاء ... يمد الجسم باحتياجاته الغذائية الأساسية للحياة

وداء .. يسبب المرض إذا كان المتناول مختلفًا عن احتياجاته

ودواء .. يستخدم على حدة أو مع العقاقير فى علاج كثير من الأمراض.

الباب الأول

التعريف بعلم التغذية

تطوير مفهوم التغذية :

Development of Nutrition Concept :

شهد مفهوم التغذية تطورًا كبيرًا خلال النصف الثانى من القرن العشرين وأصبح علم التغذية مجالاً متسعًا من المعرفة واسع الحدود.

وقد عرفت التغذية فى موسوعة المعرفة البريطانية بأنها علم الغذاء والعناصر الغذائية المرتبطة بالصحة.

وفى عام ١٩٦٣ قام مجلس الغذاء والتغذية للجمعية الطبية الأمريكية Council on food and nutrition of the American Medical Association بتعريف للتغذية كما يلى :

يتضمن علم التغذية دراسة الغذاء وما يتضمنه من مركبات وعناصر غذائية، وظيفتها داخل الجسم، العلاقة بينها وبين حالات صحة الإنسان ومرضه، طرق هضم الغذاء، امتصاص العناصر الغذائية، كيفية انتقالها داخل الجسم، وسائل استفادة الجسم منها وإخراجها، كما أضاف المجلس أن التغذية لابد أن تهتم ببعض النواحى الاجتماعية والاقتصادية والثقافية للمجتمع.

وفى عام ١٩٦٨ اقترح Sir Harold Himsworth سكرتير عام مجلس البحوث الطبية بإنجلترا أن علم التغذية لا يتوقف فقط على المعرفة فى العلوم الأساسية ولكنه يهتم بترجمة نتائج البحوث المتخصصة والاستفادة منها وكذلك خبرات المتخصصين.

ثم قام Hegsted عام (١٩٦٩) بوضع تعريف للتغذية وأشار أن دراسة كل العمليات المتعلقة بالتغذية التى سبق الإشارة إليها -ليست قاصرة على حالات المرض ولكنها تشمل جميع الأفراد بدون استثناء، وأضاف أن دراسة التغذية تتضمن الاهتمام بالسياسة الزراعية للتعرف على الناتج من المحاصيل كمصادر للعناصر الغذائية وكذلك طرق التسويق وتصنيع وإعداد هذه المنتجات حتى تصل إلى المستهلك لأن ذلك يؤثر على قيمتها الغذائية، كما يمتد علم التغذية كما وضعه Hegsted ليشمل دراسة النواحى الثقافية والتقاليد والعادات الغذائية للمجتمع مع الاهتمام بدراسة المستوى الاقتصادى لأفراد المجتمع.

كما أصبح علم التغذية يهتم بدراسة العلاقة بين الكائن الحى والبيئة التى يعيش فيها، فالملاحظ أنه عندما قام الإنسان باستئناس الحيوان وأيضًا عندما عرف الزراعة وأنتج العديد من المحاصيل قد غير من النظم الإيكولوجية، كما تغيرت الأغذية التى اعتاد عليها الإنسان قديمًا مما أدى إلى تغير محتواها من العناصر الغذائية.

وبدراسة ما كتبه Joshua lederberg (١٩٦٨) الحائز على جائزة نوبل لاكتشافاته فى الوراثة حيث ذكر فى موضوع "الصحة فى عالم الغد" -أشار بأن الثورة البيولوجية قد أظهرت العديد مما كان غامضًا على الإنسان فعرف الكثير عن الخلايا وعن الأحماض النووية DNA، RNA ... وأظهر اهتمامًا بأثر هذه الثورة البيولوجية على الإنسان وحالته الصحية والتغذوية .. وقد عرف الكثير عن الأمراض وكيفية تقليل مخاطرها -كما عرفت الشيخوخة aging وما يحدث على مستوى الخلية.. واتسع علم التغذية ليشمل النهوض بصحة المجتمع وحالته التغذوية عن طريق نشر الوعى الغذائى بين أفراد المجتمع من جميع الطبقات.

وبناءً على ما سبق فقد اتسعت اهتمامات التغذية وتعددت أبعادها.

أبعاد التغذية :

Dimensions of Nutrition :

للتغذية أبعاد عدة يمكن تضمينها فى أربعة أبعاد كما يلى :

البعد الأول :

يشير إلى الجانب الطبيعى ويشمل حقل المعرفة والمعلومات التى يتضمنها علم التغذية والتى يستمدها من علوم الفيزياء، الكيمياء، الكيمياء الحيوية، البيولوجى، الفسيولوجى ... إلخ ويطبقها ويستفيد منها بهدف تحسين الحالة التغذوية والصحية للإنسان ويحميه من الإصابة بأمراض مختلفة سواء أكانت ناتجة من سوء التغذية، أو معدية، مع تحسين فى مناعته ضد الأمراض.

البعد الثانى :

يشير إلى الجانب الاجتماعى الاقتصادى حيث يناقش أثر التغذية على المجتمع وأهمية ذلك، كيف تعمل التغذية على مقابلة الاحتياجات الأساسية للفرد من الأغذية كما أشار إليها Maslow ومراعاة إمكانات البيئة ومصادرها، دراسة موسمية المحاصيل

والمنتجات النباتية والحيوانية، أسعار الأغذية وتذبذبها، القوة الشرائية للأفراد ودراسة خصائص المجتمع، وكيفية التعرف على مشاكل التغذية فى المجتمع وتحديد السائد منها عن طريق عمل البحوث الاجتماعية والاقتصادية وعمل برامج لحل هذه المشاكل.

البعد الثالث :

ويشير إلى الجانب الثقافى ويشمل دراسة العادات والتقاليد الغذائية للمجتمع بصفة عامة وعند الاحتفال بالأعياد والمواسم والمناسبات بصفة خاصة، الاهتمام بالمعتقدات الغذائية والأمثلة الشعبية المتعلقة بدراسة الأغذية المحببة والمفضلة والمتجنبة وأسباب ذلك.

البعد الرابع :

ويشير إلى الإرشاد التغذوى ونشر الوعى، وذلك لأن هذا البعد كما تشير إيزيس نوار (٢٠٠٢) هو الجسر الذى تنتقل بواسطته نتائج البحوث والنظريات إلى واقع المجتمع وفى متناول عامة أفراده، وهذا يتطلب ليس فقد التبسيط بل تفعيل المعلومة الأكاديمية وانتقالها من النظرية إلى التطبيق فى سهولة ويسر للنهوض بالمجتمع ورفاهيته، وهذا يتطلب أيضًا الاهتمام بالكوادر القادرين على تحقيق ذلك.

جوانب علم التغذية :

Aspects of Nutrition Science :

يوجد تقسيمين لجوانب التغذية كما يلى :

التقسيم الأول ويتضمن جانبين :

الجانب الأول : وهذا يشير إلى الجانب الأساسى basic أى الأكاديمى academic للعلم ويشمل :

- الحقائق facts المستخرجة من واقع التجارب المعملية والشواهد الأمبريقية الخاصة بعلم التغذية.
- المفاهيم concepts المرتبطة بالمصطلحات والرموز الخاصة بعلم التغذية.
- المبادئ principles العلمية الخاصة بالعلاقات بين مكونات التغذية وتأثيرها فيما بينها.
- القوانين Laws المرتبطة بين أساسيات التغذية وتأثيرها على أجهزة الجسم المختلفة.
- النظريات theories المرتبطة بعلم التغذية.

الجانب الثانى : يشير إلى الجانب التطبيقى applied للعلم ويشمل تطبيق المعارف الأساسية المشار إليها فى تغذية الفرد خلال مراحل حياته المختلفة مثل تغذية رضيع infant nutrition، تغذية طفل child nutrition ... إلخ.

أما التقسيم الثانى فيشمل أيضًا جانبين :

ولكن من وجهة نظر مختلفة هما :

الجانب الأول وهو وصفى descriptive ويعرف بأنه جانب استاتيكى static وهذا يهتم بدراسة العناصر الغذائية اللازمة للجسم، تركيبها، خصائصها، أما الجانب الثانى فهو ديناميكى dynamic وهو يهتم بدراسة وظائف العناصر الغذائية ودورها الأساسى لحياة الإنسان.

مصطلحات عامة مرتبطة بالتغذية :

ترتبط التغذية بالغذاء ومكوناته من عناصر غذائية nutrients ارتباطًا كبيرًا، كما يتضح من التعريفات التالية :

التغذية Nutrition :

هى مجموع العمليات التى يحصل بها الجسم على المواد اللازمة لنشاطه ونموه وتجديد خلاياه. كما تهتم التغذية بدراسة بعض النواحى المتعلقة بإنتاج الغذاء واستهلاكه من عوامل اجتماعية واقتصادية وثقافية وسيكولوجية وإعلامية، نظرًا لارتباط ذلك بحالة الفرد التغذوية.

العناصر الغذائية Nutrients :

هى المواد أو المكونات الكيميائية التى يتكون منها الغذاء، وتشمل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والفيتامينات والمعادن والماء، وتعمل هذه المكونات على إمداد الجسم بالطاقة وعلى بناء وتجديد وتعويض الأنسجة، كما تنظم العمليات الحيوية بالجسم.

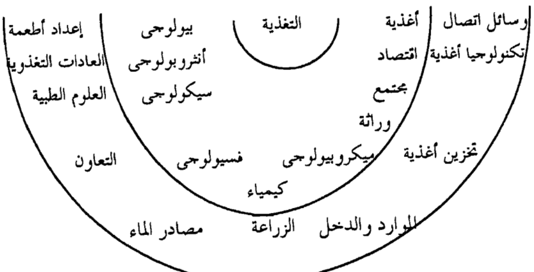
علم التغذية Science of Nutrition :

يختص علم التغذية بدراسة العناصر الغذائية nutrients اللازمة للفرد من كربوهيدرات ودهون وبروتينات وفيتامينات وأملاح معدنية وماء، وما يحتاجه الجسم منها حسب العمر والجنس والظروف الجوية والحالة الاقتصادية وطبيعة العمل والحالة الصحية.

كما يهتم هذا العلم بدراسة مسار هذه العناصر الغذائية داخل الجسم والدور الذى تقوم به ومدى الاستفادة منها ونواتج ذلك، والأضرار الناتجة عن نقصها وزيادتها عن حاجة الجسم، وأهمية التوازن الكمى والكيفى من هذه العناصر والعلاقة بينها...

وعلم التغذية فريد فى نوعه؛ إذ يحتاج الإنسان إلى تطبيقه باستمرار فى حياته اليومية للحفاظ على صحته وتحسينها وزيادة قدرته على العمل.

وترتبط التغذية بغيرها من العلوم والمعارف الأخرى فى منظومة فريدة من نوعها (شكل ١ - ١).



شكل (١ - ١) ارتباط التغذية بالعلوم والمعارف الأخرى

المقررات الغذائية Nutritional Requirements :

المقررات الغذائية هى المقدار اللازم تناوله يوميًا من كل عنصر غذائى لمقابلة احتياج الفرد، حتى لا يصاب بالأمراض الغذائية نتيجة النقص المتكرر لهذا العنصر فى غذاء الإنسان.

الكميات اليومية الموصى بها Recommended Daily Allowances :

الكميات اليومية الموصى بها ليتناولها الإنسان يوميًا من العناصر الغذائية تفوق ما يلزم لمقابلة احتياج الفرد اليومى وتلك لتغطية كل الفروق الفردية فى الاحتياجات الغذائية بين الناس، وهذا متبع فى الدول المتقدمة حيث وفرة الغذاء تسمح بذلك.

الحالة التغذوية Nutritional Status :

الحالة التغذوية هى حالة الجسم الناتجة من العمليات الحيويـة التـى تحـدث فـى الجسم نتيجة تناول الغذاء. ويمكن تقدير الحالة التغذوية بواحدة أو أكـثر مـن الطـرق الآتية، وهى: دراسة المقاييس الجسمية Anthropometric measurements، الاختبـارات البيو كيميائية Biochemical Investigations لبعـض سـوائل الجسـم أو بعـض الأنسـجة، الفحوص الإكلينيكية Clinical Examinations كما يمكن التعرف على الحالـة التغذويـة لأى شعب من الشعوب عن طريق دراسة الإحصـاءات الحيويـة Vital Statistics مثـل نسبة وفيات الأطفال والرضع فى الألف.

أقسام الحالة التغذوية :

تقسم الحالة التغذوية الكلية إلى خمسة أقسام حسب Sinclair(١٩٤٨) :

١- الحالة التغذوية المفرطة Excess nutriture :

وفيها يكون تناول الغذاء أكثر مما يحتاجه الجسم كثيرًا، مما يعوق الجســم عـن أداء وظائفه ويؤدى إلى تغيير بنيان الجسم عن الوضع الطبيعى.

٢- الحالة التغذوية الطبيعية Normal nutriture :

وفيها يكون تناول العناصر الغذائية مناسبًا كمًا وكيفًا، ممـا ينتج عنـه البنيـان الطبيعى للجسم وقيامه بوظائفه طبيعيًا، كما يسمح للجسم بتخزيـن كميـات مناسبة من هذه العناصر.

٣- الحالة التغذوية الفقيرة Poor nutriture :

وفيها يكون تناول العناصر الغذائية أقل مما يحتاجه الجسم، ولا يحدث خلل فى وظائف الجسم أو بنيانه ولكن المخزون من العناصر الغذائية لا يكون مناسبًا.

٤- الحالة التغذوية السيئة غير الملحوظة Latent malnutriture :

وفيها يكون المتناول من الغذاء أقل مما يحتاجه الجسم كثيرًا، حيث يحدث خلل فى وظائف الجسم وبنيانه، ولكن بصورة غير ملحوظة.

٥- الحالة التغذوية السيئة إكلينيكيًا Clinical malnutriture :

ويكون المتناول من الغذاء منخفضًا عما يحتاجه الجســم كثيرًا لدرجـة ظهـور الحالة المرضية، وذلك نتيجة نقص واحد أو أكثر من العناصر الغذائية.

وليس هناك حد فاصل يفصل بين هذه الحالات الخمس السابقة، فتتعاقب الحالات التغذوية من حالة إلى حالة تدريجيًا بتناول كميات غير مناسبة من الغذاء، يليها انخفاض فى مستوى العناصر الغذائية المخزنة، ثم حدوث خلل فى وظيفة الجسم، ثم تظهر الحالة المرضية.

الصحة Health :

الصحة كما عرفتها منظمة الصحة العالمية (WHO) (١٩٦٨) هى اكتمال الحالة البدنية والعقلية والنفسية والاجتماعية. فالصحة ليست مجرد غياب المرض أو اختفائه.

والتغذية والصحة ليسا لفظين مترادفين، ولكنهما مترابطان؛ إذ أنه بدون التغذية الجيدة، لا يمكن الوصول إلى الصحة التامة. كما تؤثر الحالة الصحية للفرد على مدى ما يتناوله واستفادته من العناصر الغذائية اللازمة.

التغذية السليمة Proper Nutrition :

هى التغذية الكافية التى تتضمن إمداد الفرد بالكميات المثلى من العناصر الغذائية وبالكميات الكافية وبالنسب الملائمة ومن مصادر غذائية متنوعة تغطى المجموعات الغذائية المختلفة حتى يتسنى للفرد الاستفادة منها، فى النمو وصيانة أنسجة جسمه وتخزين العناصر الغذائية فى أنسجة جسمه بكميات مناسبة، وقيام أعضائه بوظائفها بطريقة طبيعية ليتمتع بحالة تغذوية طبيعية (تسبى رشاد وإيزيس نوار ٢٠٠٠) ومن علامات التغذية السليمة أن يكون وزن الفرد مناسبًا لسنه وجنسه وهيكل جسمه ويتمتع بالحيوية والنشاط وقوة العضلات، وكفاءة فى العمل ومقاومة الأمراض.

المجموعات الغذائية Food groups :

لسهولة اختيار الأغذية قسمت المواد الغذائية إلى مجاميع بحيث تشمل كل مجموعة الأغذية المتشابهة لحد ما فيما تحتويه من عناصر غذائية يمكن الاسترشاد بها عند الاختيار، على أن يراعى أن يحتوى الغذاء اليومى على غذاء أو أكثر من كل مجموعة من المجاميع الغذائية (منى بركات وآخرون ١٩٩٢).

قائمة الغذاء Menu or Food List :

قائمة الطعام عبارة عن بيان بالأطباق المعدة المختلفة على أن يكون محتواها وإعدادها ومظهرها شيقًا وتكاليفها مناسبة.

الوجبة Meal :

هى مجموعة الأطعمة التى تقدم معافى وقت واحد على مائدة الطعام.

الوجبة المتزنة Balanced Meal :

هى الوجبة التى تحتوى على كل العناصر الغذائية اللازمة وتكون النسب بين العناصر الغذائية أو بين بعض عناصر غذائية معينة تناسب احتياج الجسم واستفادته منها.

وجبة سريعة Meal Meal :

هى الوجبة سريعة الإعداد مثل البيض المسلوق، ساندوتش هامبورجر Hamberger ... إلخ.

وجبة خفيفة Light Meal :

وهى الوجبة سهلة الهضم بغض النظر عن مدة الإعداد، وهى الوجبة التى يكون فيها نسبة الدهون منخفضة ويغلب عليها المواد الكربوهيدراتية.

وجبة ثقيلة Heavy Meal :

وهى الوجبة بطيئة الهضم والتى يرتفع فيها نسبة المواد الدهنية كما فى حالات الفطائر والأغذية المعدة بالتحمير والقلى.

الوجبة الصحية Healthy Meal :

هى الوجبة الغذائية التى تراعى فيها خصائص التغذية السليمة كما سبق على أن تكون خالية من الميكروبات الضارة والطفيليات والمواد الكيمائية الضارة ومضافات الأغذية غير الطبيعية additives وأن يتوفر فيها الشروط والإجراءات الضرورية خلال إعدادها (منى بركات وآخرون ١٩٩٢).

سوء التغذية Malnutrition :

ويقصد به عدم ملاءمة الغذاء نوعًا وكمًا، إما بزيادة أو نقص واحد أو أكثر من العناصر الغذائية، ويؤدى نقص كمية الغذاء ونقص واحد أو أكثر من العناصر

الغذائية إلى حالة نقص التغذية undernutrition وقد يصل انخفاض الغذاء إلى حالة الجوع starvation. ويظهر نقص التغذية فى حالة المجاعات أو الإصابة بحالة مرضية خطيرة فى الجهاز الهضمى تمنع من امتصاص absorption العناصر الغذائية. كما تؤدى زيادة الغذاء عن الحد اللازم overnutrition إلى العديد من الحالات المرضية المختلفة.

فالنحافة الناتجة عن عدم كفاية الغذاء أو لخلل فى أحد أجهزة الجسم، تعرض صاحبها للضعف والإرهاق وسرعة التعب، وتقلل من مقاومته للأمراض، كما وأن زيادة وزن الجسم أو السمنة من علامات سوء التغذية حيث كثيرًا ما تعرض صاحبها للأمراض المختلفة مثل أمراض القلب والسكر والضغط ..

الترقب الغذائى والتغذوى Surveillance :

هذا المصطلح مستمد من الكلمة الفرنسية Surveiller وتعنى أن يقوم مسئول بإجراء مراقبة دقيقة (WHO ١٩٧٦) ويعرف الرصد والمراقبة بأنه نظام تجميع بيانات معينة بصفة دورية وتحليلها للتعرف على مؤشرات الحالة التغذوية الحالية والمستقبلة لمجتمع ما، وتشمل هذه البيانات معلومات إيكولوجية خاصة بالتركيب السكانى والبنية الأساسية، مصادر البيئة وكمية ونوعية الإنتاج الزراعى بشقيه النباتى والحيوانى، الدخل والاستهلاك، الحالة التغذوية والصحية، وتجمع هذه البيانات عادة من الجهات الرسمية المسئولة مثل وزارات الزراعة، الصحة، التعليم، الاقتصاد ...

وتستخدم هذه البيانات لعمل دراسات تابعة وتصميم البرامج اللازمة واقتراح العلاج.

المسح الغذائى Dietary Survey :

يستخدم المسح عند دراسة وتقييم الحالة التغذوية لفئة أو جماعة من الأفراد، مع دراسة العوامل والأنشطة المرتبطة والمسببة لتلك الحالة التغذوية، وتفيد فى تحديد مستويات الحالة التغذوية مما يمكن العلاج.

القيمة الغذائية Nutritive Value :

القيمة الغذائية للغذاء (سواء قبل أو بعد الإعداد) هى مقدار ما يحتويه الغذاء من العناصر الغذائية المختلفة. ويمكن تقدير العناصر الغذائية معمليًا بتحليل الغذاء بواسطة الطرق الكيميائية المختلفة، أو حيويًا باستخدام حيوانات التجارب، أو ميكروبيولوجيًا باستخدام الكائنات الدقيقة. وتوضح جداول تحليل الأغذية محتوى

الأغذية من العناصر الغذائية المختلفة، والتى يمكن عن طريقها حساب القيمة الغذائية للأغذية المختلفة.

وبمعرفة القيمة الغذائية يمكن حساب مقدار ما تناوله الفرد من العناصر الغذائية، وهذا ما يعبر عنه بالمستوى الغذائى للعنصر أو العناصر الغذائية Level of nutrient(s) intake(s).

الكثافة السعرية للغذاء Caloric Density of Foods :

تعرف الكثافة السعرية للغذاء بأنها القيمة الحرارية للغذاء مقاسة بالكالوري/١جم غذاء. وتتأثر الكثافة السعرية بنسبة المواد الهيدروكربونية أو نسبة الماء أو كليهما حيث تزيد الكثافة السعرية بزيادة نسبة المواد الهيدروكربونية أو بانخفاض نسبة الماء.

كثافة العنصر الغذائى Nutrient Density :

كثافة العنصر الغذائي هى كمية العنصر الغذائي الموجود في كمية من الغذاء يتولد عن احتراقها ١٠٠٠ كالورى.

دليل جودة العنصر الغذائى Index of Nutrient Quality (INQ) :

ويقدر هذا الدليل بمقارنة كمية العنصر الغذائى فى الطعام أو الوجبة بالنسبة لمقدار الطاقة الموجودة فى نفس كمية الغذاء، ثم تقارن هذه النسبة بالدليل القياسى لجودة هذا العنصر الذى يساوى :

$$\frac{\text{المقررات الغذائية لهذا العنصر}}{\text{المقررات الغذائية للطاقة}}$$

فإذا كان دليل جودة العنصر فى الغذاء يعادل دليل الجودة القياسى لهذا العنصر، فإن هذا يعنى أن كمية العنصر فى الوجبة تمد الفرد باحتياجاته من هذا العنصر، ويكون دليل الجودة لهذا العنصر = ١.

السعرات الجوفاء Empty Calories :

تعرف السعرات الجوفاء أو الفارغة بأنها السعرات المتولدة عن حرق غذاء يحتوى على كربوهيدرات فقط، مثل السكر أو النشا، أما السعرات غير الجوفاء فهى التى تنتج من حرق غذاء يحتوى على عناصر غذائية أخرى مع الكربوهيدرات، مثل

الخبز، فعند احتراقه داخل الجسم يتكون عنه طاقة مع بروتينات وفيتامينات ومعادن، والتى يحتوى عليها الغذاء.

الفجوة الغذائية Food Gap :

هى الفرق بين حجم الطلب على الأغذية، والموارد المتاحة من المصادر الغذائية المحلية. وهذا مؤشر عن عدم كفاية الغذاء المنتج محليًا، ويستكمل الاحتياج عن طريق الاستيراد.

الأمن الغذائى Food Security :

يعرف الأمن الغذائى بأن يكون الغذاء متاحًا لجميع السكان فى كل الأوقات بالكميات التى تفى باحتياجاتهم، وذات قيمة غذائية عالية، وبسعر مناسب.

الاكتفاء الذاتى Food Sufficiency :

الاكتفاء الذاتى هو أن الإنتاج المحلى يغطى المطلوب من السلع، أى مدى مقابلة الطلب من الإنتاج المحلى للسلع الغذائية المختلفة. بل قد يكون هناك فائض يمكن تصديره.

علم الأغذية Food Science :

يعرف هذا العلم فى اليونانية باسم Bromatology (broma=food) هو العلم الذى يختص بدراسة مصادر العناصر الغذائية واختيار الأغذية ومجاميع الأغذية، وأثر المعاملات المختلفة التى تجرى للأغذية بدءًا بالمعاملات الزراعية المتعددة ومعاملات الإعداد والطهى والتبريد والتجفيف والحفظ والتخزين والتسويق.. على القيمة الغذائية وجودة الغذاء، وكذلك سلامة الغذاء وصحته، وأسباب تلوث الغذاء وطرق اكتشاف تلوثه وقياسه، وتلافى ذلك.

الأغذية Foods :

هى كل الأغذية الصالحة لغذاء الإنسان من محاصيل نباتية وحيوانية، وقد يتناولها الإنسان بدون طهى أو معاملة حراريًا مثل بعض الخضروات والفواكه، ولكن يحتاج البعض الآخر إلى طهى ومعاملات حرارية مثل اللحوم والحبوب والبقول. والأغذية هى مصدر العناصر الغذائية اللازمة للإنسان.

الأطعمة Foods :

هى الأغذية الصالحة لتناول الإنسان بعد إعدادها فى صورة مناسبة لتناولها، مثل الخبز واللحوم المطهية، وغيرها من الأطباق المختلفة.

التغيرات البنية غير الإنزيمية Non-Enzymatic Browning :

وهى تفاعلات تنتج من احتراق السكر (كرملة) أو ناتجة عن تفاعل ميلارد Maillard-reaction الذى تتحد فيه المجاميع المختزلة للسكريات والمجاميع الأمينية للبروتينات تحت ظروف معينة من الحرارة والرطوبة، وهذه تقلل من القيمة الغذائية للبروتين فإن كان الحامض الأمينى اللايسين هو الذى دخل فى تفاعل ميلارد يعنى هذا أنه فقد وظيفته بالنسبة للجسم، وهو كما سيأتى ذكره من الأحماض الأمينية المنخفضة فى الحبوب.

حالة الغذاء فى العالم(*) :

سبق أن خرج علينا مالتس Malthus (١٧٦٦ - ١٨٣٤) بنظريات عن العلاقة بين زيادة السكان وزيادة إنتاج الأرض، وأوضح ذلك بأن ذكر أن عدد السكان فى العالم يتزايد وفق متوالية هندسية، بينما يتزايد إنتاج الأرض وفق متوالية عددية؛ أى أن الزيادة الرهيبة فى عدد السكان لا تلاحقها الزيادة فى إنتاج الأرض، مما يؤدى إلى انخفاض مستوى المعيشة فى العالم، بل إنه أوغل فى تشاؤمه حتى أنه قال أن العالم لن يجد خلال ٣٠ سنة ما يستطيع أن يعول به شعوبه، وكانت نظريته هذه قبل أن تؤتى الثورة الصناعية فى أوربا ثمارها وقبل أن تنتشر فى العالم انتشارًا واسعًا وسريعًا.

ولاشك أن عدد سكان العالم قد تضاعف منذ عام ١٩٥٠، فوصل إلى أكثر من بليون نسمة عام ١٩٧٤ ثم إلى خمسة بلايين عام ١٩٨٧، إلا أنه قد جاء فى أحد التقارير الواردة فى مجلة Economist البريطانية بتاريخ ١٩٨٧/٦/١٣ أن الحد الأعلى النظرى لقدرة الكوكب الذى نعيش على أرضه تفى باحتياجات ١٣٢ ألف بليون نسمة؛ أى أضعاف أضعاف العدد الحالى لسكان العالم.

فقد نجد أن كلاً من الولايات المتحدة الأمريكية والسوق الأوربية المشتركة لديها فائض هائل من المواد الغذائية، يكلف تخزينه حوالى أربعة بلايين من الدولارات

(*) إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠).

سنويًا، ويتراكم هذا الفائض عامًا بعد عام. بـل وتنفـق الولايـات المتحـدة الأمريكيـة والدول الأوربية ما يربو على المائة بليـون (مليـار) دولار سـنويًا كدعـم مـالى لقطـاع الزراعة والإنتاج الحيوانى ليستمر إنتاج المزيد من الغذاء.

وعلى الجانب الآخر، نجد دول أخـرى تعـانى مـن نقـص الغـذاء والمجاعـات، والحالة أوضح ما تكون فى إفريقيا والتى تقاس من أعلى معـدلات لزيـادة السـكان. فإن معدل الزيادة فى الإنتاج الغذائى بالدول النامية بصفة عامة حوالى ٠,٠٣٪ سـنويًا بينما الطلب على الغذاء ينمو بمعدل حوالى ٤٪ سنويًا. والسـبب فـى تلـك الفـروق الشاسعة يتركز فى غياب التناسق بين توزيع البشر وقدرة المنـاطق التـى يعيشـون فيهـا على توفير الغذاء لهم.

ولو استمر الوضع كما هو عليه الآن فى إفريقيا فإن احتياجاتهـا مـن اسـتيراد الغذاء سيتضاعف ثلاث مرات لمجرد الحفاظ على مستويات الاستهلاك.

وقد بدأت الولايات المتحدة الأمريكية منذ عقد الخمسـينيات فـى مـد بعـض دول العالم الثالث بالمعونة الغذائية تحت شعار "الغذاء من أجـل السـلام"، وكـان هـذا ليس دافعًا من نوايا إنسانية بقدر ما كان دافعًا سياسيًا. وفى منتصف الستينيات، بـدأ برنامج مماثل للسوق الأوربية المشتركة وللدوافع نفسها، ولقد أفادت تلك البرامج فـى التخلص من فائض الإنتاج الزراعى لتلك الدول.

ولقد كان للمعونة الغذائية مجموعـة مـن الآثـار السـلبية بالغـة الخطـورة علـى الدول النامية، منها تغيير بعض العـادات الغذائيـة التـى تؤصـل الاعتمـاد علـى اسـتيراد الغذاء -ومن أمثلة ذلك : التحول من الاعتماد على الـذرة أو الشـعير أو غيرهمـا مـن مصادر الكربوهيدرات إلى القمح المستورد، والتوقف عن صناعة الخبز منزليًا والاعتماد على ما تقدمه مخابز مركزية من أنواع لم تكن مألوفة فى الريف ولا فى الحضر. كمـا أدت سياسة الاعتماد على المعونة الغذائية إلى تدهور أوضاع الإنتاج الزراعـى الوطنـى بشكل متزايد؛ إذ أن تقديم الغـذاء مجانًـا أو بأسـعار مخفضـة لا يتيـح للفـلاح أن يبيـع إنتاجه من الغذاء بأسعار تغطى تكلفة إنتاجه- وهكذا تصبـح الدولـة المتلقيـة للمعونـة أسيرة لمقد مى المعونة بمثل ما يصبح "المدمن" أسير من يـزوده بمـا لا يسـتغنى عنـه مـن المخدرات !!

ولذا يجب أن تكون المعونـــة فى صورة أخرى، وهـــى "المعونة الفنية"، حيث

تتمشى مع المثل الصينى القائل بأنه من الأفضل أن تعلم إنسانًا الصيد بدلاً من أن تعطيه سمكة. ولذا فإن المعونة الفنية تتمثل فى مساعدة الدول التى تشكو من نقص الغذاء على إدارة مواردها بكفاءة، واستغلال ما يتوافر لديها من عوامل إنتاج حتى تتقلص احتياجاتها من استيراد الغذاء بالتدريج. إلا أن المعونة الفنية لا يمكن أن تعود بالفائدة المرجوة إلا إذا أحسن المسئولون فى الدول التى تتلقى المعونة استخدامها.

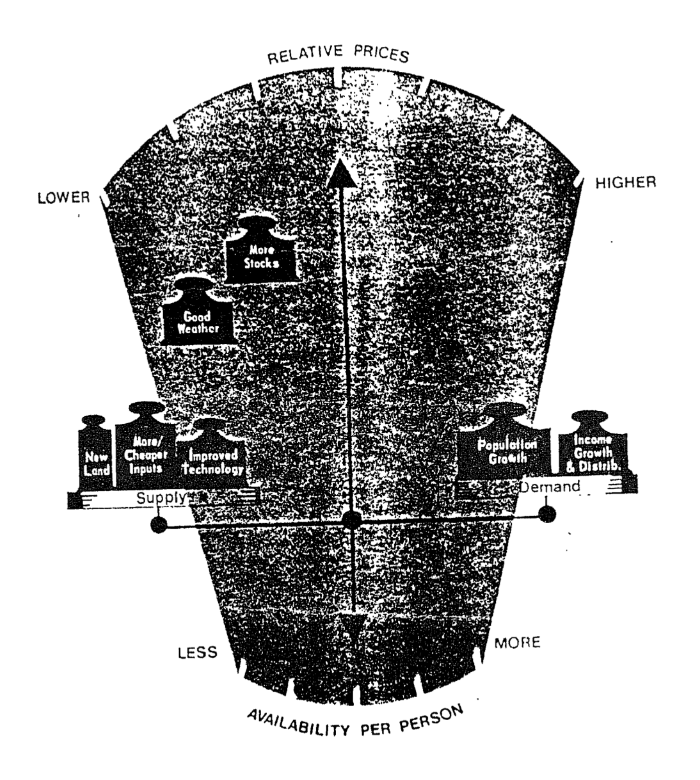
وبالرغم من أن مشكلة الغذاء فى العالم المعاصر، بكل تعقيداتها السياسية والاقتصادية والاجتماعية، فإنه لابد من أن نسلم بضرورة تحقيق التوازن بين معدلات نمو السكان وبين قدرات المناطق التى يعيشون فيها على توفير احتياجاتهم من الغذاء. فمشكلة الغذاء تعتبر شكلاً من أشكال العلاقة بين العرض والطلب، أو بين الإنتاج والاستهلاك ولها أبعاد متعددة أهمها البعد الأمنى، وكان هذا سببًا فى شيوع استخدام مصطلح الأمن الغذائى بسبب الارتباط الوثيق بين كل من الغذاء والأمن، فالغذاء أحد حاجات الإنسان الضرورية، ولذا فإن الدولة التى لا تستطيع تأمين الطعام لشعبها من مصادر محلية، تصبح عاجزة أمام الضغوط والتحديات التى تواجهها، مما يعرض أمنها للخطر، وحريتها واستقلالها للإنقاص. فالغذاء سلعة غير مرنة، لا يمكن استبدالها أو الاستغناء عنها ولو إلى حين، كما أن السلع التى تستورد من الخارج لا يمكن التحكم فى أسعارها، وقد يصعب توفيرها فى بعض الأوقات.

ولذا فإن مفهوم الأمن الغذائى يشمل ضمان توفير بعض المواد الغذائية فى الأسواق المحلية على مدار السنة وبأسعار مناسبة وذات قيمة تغذوية تكفل للإنسان بقاءه حيًا وأداء مهامه الاقتصادية بصورة صحية.

وهناك بعض الدلائل التى تحدد الأمن الغذائى لبلد ما، نذكر منها ما يلى:

- نسبة الاكتفاء الذاتى من السلع الغذائية الاستراتيجية (ذات النمط الغذائى الاستهلاكى السائد).
- نسبة الإنتاج الغذائى المصدر إلى الإنتاج الغذائى المستورد.
- نسبة الإنفاق على الغذاء إلى إجمالى الدخل القومى.
- نسبة قيمة المستوردات الغذائية إلى إجمالى الاستيراد.

ويوضح الشكل (١-٢) نموذج مبسط لشرح مدى التوازن بين إنتاج واستهلاك الغذاء وأثره على كل من الأسعار النسبية للغذاء ومتوسط نصيب الفرد منه.



شكل (١-٢) التوازن بين الإنتاج واستهلاك الغذاء والعوامل المؤثرة عليه(*)

(*) Houck & Barr (١٩٧٧).

فعلى الجانب الأيسر نجد مدخلات إنتاج الغذاء والتى تتمثل فى توفير الأرض الصالحة لزراعة، وتوفير مياه الرى، وتوفير العمالة المدربة، وتوفير التكنولوجيا المناسبة، وتوفير التقاوى المحسنة والأسمدة والمبيدات... إلخ. وعلى الجانب الأيمن، نجد عوامل الطلب على الغذاء، والتى تشمل النمو السكانى ومقدار الدخل والقوة الشرائية، ويلاحظ أنه بزيادة إنتاج الغذاء عن الاستهلاك، فإن المؤشر الكبير للميزان يتجه ناحية اليسار ليعنى إنخفاض الأسعار النسبية للغذاء، وفى نفس الوقت يتجه المؤشر الصغير للميزان للجهة اليمنى ليعنى زيادة متوسط نصيب الفرد من الغذاء. وعلى العكس عند زيادة الاستهلاك عن المتوافر من الغذاء، فيتجه المؤشر الكبير ناحية اليمين ليعنى ارتفاع أسعار الغذاء، ويقابله اتجاه المؤشر الصغير ناحية اليسار أى انخفاض متوسط نصيب الفرد من الغذاء المتاح.

ويلاحظ أن الزيادة السكانية، وخاصة إذا صاحبها ارتفاع مستوى الدخل؛ ولا يراكبه زيادة فى الإنتاج يؤدى إلى اتساع الفجوة الغذائية وتعرض الأمن الغذائى للخطر. وجدير بالذكر أنه لا تعنى حالة الاتزان حصول الأفراد على احتياجاتهم المناسبة من الأغذية والعناصر الغذائية، فهذا يختلف من بلد إلى آخر، أى أن حالة الاتزان تعنى فقط الاكتفاء الذاتى وليس الأمن الغذائى، فالاكتفاء الذاتى قد يعنى أن نستهلك ما ننتجه، بصرف النظر عن المستوى الغذائى سواء من ناحية كم أو كيف.

الأسباب الرئيسية لأزمة الغذاء فى العالم :

يمكن حصر أهم أسباب أزمة الغذاء على المستوى العالمى فيما يلى :

١- سوء الأحوال الجوية :

مثل عدم سقوط الأمطار فى مناطق تعتمد فى زراعتها على الأمطار، كذلك هبوب الأعاصير وجفاف الآبار، وتغير حالة الجو بما يفسره العلماء بأنه ناتج عن البقع الشمسية أو تزايد ثانى أكسيد الكربون والتلوث وتغير طبقة الأوزون.

فسوء الأحوال الجوية فى العالم أدى إلى انخفاض نسبة المنتج من الحبوب وبصفة خاصة القمح والأرز، فتدل البيانات على أن إنتاج كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكذا أستراليا من الحبوب انخفض إذا ما قورن بالستينيات.

كما وأن كلاً من روسيا والصين وغيرهما تستورد كميات كبيرة من الحبوب.

٢- ارتفاع معدل الزيادة السكانية :

سبق الإشارة إلى أن عدد سكان العالم قد تضاعف منذ عام ١٩٥٠ - ١٩٧٤ ليصل إلى أكثر من بليون نسمة، ثم إلى خمسة بلايين عام ١٩٨٧، ثم إلى حوالى سبعة بلايين عام ٢٠٠٠. وهذه الزيادة فى معدلات النمو السكانى لا يواكبها زيادة مماثلة فى معدلات إنتاج الغذاء، ويتضح تأثير ذلك فى الدول النامية عنه فى الدول المتقدمة.

٣- ارتفاع أسعار الأسمدة ومصادر الطاقة :

ويكفى لتوضيح أثر هذا العامل فى أزمة الغذاء العالمى ما عبرت عنه "باندرانيكا" رئيسة وزراء "سرى لانكا" حينما قالت فيما يشبه صرخة الاحتجاج والمرارة : «لقد أصبح نصف مواردنا من النقد العالمى مخصصًا لمواجهة الارتفاع فى أسعار الطاقة والنصف الآخر لمواجهة الارتفاع فى أسعار السماد، ولا يبقى فى النهاية شىء للتنمية».

إنتاج الغذاء فى مصر :

مصر لها من الهبات والمؤهلات ما ينبغى أن يضعها فى الصفوف الأولى من البلاد الزراعية فى العالم؛ إلا أن الواقع غير ذلك. فالمساحة المنزرعة تمثل نحو ٣٪ فقط من المساحة الكلية لمصر والتى تبلغ حوالى مليون كيلومتر مربع.

وتدل تقارير وزارة الزراعة أن مصر شهدت فى الربع قرن الأخير تناقصًا مستمرًا فى نسبة الاكتفاء الذاتى فى عدد كبير من السلع الغذائية، والأرقام تدل على أن معدل النمو السنوى فى الزراعة لم يزد على ٢,٥٪ تقريبًا خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ١٩٨٠، فى الوقت الذى بلغ فيه معدل استهلاك الأغذية حوالى ٥٪ خلال نفس الفترة.

فقد تحولت مصر من بلد مصدر للقمح أثناء الحرب العالمية الثانية وما قبلها، إلى بلد مستورد. ثم زادت معدلات الاستيراد زيادة سريعة خصوصًا فى عقد السبعينيات، واقترن ذلك بانخفاض كبير فى المساحة المزروعة من القمح، وأصبحنا الآن نعتمد على العالم الخارجى لتزويدنا بأكثر من ٥٠٪ من استهلاكنا للقمح، وليس الوضع أحسن حالاً بالنسبة لمحاصيل أساسية أخرى مثل الذرة والفول. فبالنسبة للفول يلاحظ عدم زيادة إنتاجيته منذ حوالى خمسة عشرة عامًا بالرغم من الزيادة السكانية

خلال هذه الفترة والتى لا تقل عن خمسة عشرة مليون نسمة. ويلاحظ عدم استيرادنا للفول فى السنوات الأخيرة أدى إلى ارتفاع أسعاره ارتفاعًا ملحوظًا مما أثر على الاستهلاك، حيث انخفض مستوى نصيب الفرد من الفول انخفاضًا ملحوظًا.

وفى حالة الأرز، نجد تناقصًا مستمرًا فى الفائض الذى يمكن تصديره، وقد تتحول مصر فى المستقبل القريب من بلد مصدر للأرز إلى بلد مستورد كما حدث فى حالة القمح. وتتكرر نفس الظاهرة فى عدد من المواد الغذائية الأخرى، بما فى ذلك الألبان ومنتجاتها واللحوم بأنواعها.

فبعد أن كانت مصر تتمتع باكتفاء ذاتى فى بعض السلع الغذائية أصبحت تستوردها. وبصفة عامة يمكن القول إن متوسط نسبة الاكتفاء الذاتى من السلع الرئيسية اتجه إلى الانخفاض ليصل إلى ٧١٪ عام ٨٦/ ١٩٨٧. فى المقابل زادت قيمة الواردات الغذائية من ١٤ مليون دولار عام ١٩٧٠ إلى ٣,٦٥ مليار دولار عام ١٩٨٦، أى بما يعادل ١٠ مليون دولار يوميًا، ويوضح جدول (١ - ١) حجم المعونات الغذائية.

جدول (١-١) حجم المعونات الغذائية (حبوب غذائية) للبلاد العربية

الوحدة = ألف طن مترى(*)

البلد	١٩٧٤	١٩٨٣
اليمن الشمالى	-	٨٣
تونس	١	١٦٠
لبنان	٢١	٦٩
اليمن الجنوبى	٣٨	٩
سوريا	٤٧	٢٨
موريتانيا	٤٨	٧١
السودان	٥٠	٣٣٠
الجزائر	٥٤	٢
الأردن	٦٣	٤٠
المغرب	٧٥	١٤٢
الصومال	١١٠	١٨٩
مصر	٦١٠	١٨١٦

(*) The World Bank, World Development Report (1985).

فيتضح من بيانات الجدول (١-١) أن مصر وحدها حصلت على نحو ٦٣٪ من مجموع المعونات الغذائية للدول العربية خلال عام ١٩٨٣، والتى هى على شكل حبوب غذائية (قمح بصفة أساسية وذرة)، ويوضح جدول (١-٢) قيمة الواردات السنوية.

جدول (١-٢) توزيع البلاد العربية وفق قيمة وارداتها السنوية للفترة ١٩٨٠ - ١٩٨٤ (*)

القيمة بالمليون دولار	البلاد
٤٠٠٠ - ٥٠٠٠	السعودية
٢٠٠٠ - ٢٥٠٠	مصر، الجزائر
١٠٠٠ - ١٥٠٠	ليبيا، العراق
٧٠٠ - ٨٥٠	الكويت، دولة الإمارات
٤٠٠ - ٦٠٠	لبنان، اليمن الشمالى، سوريا، الأردن
٢٠٠ - ٣٠٠	المغرب، اليمن الجنوبى، قطر، البحرين، تونس، عمان
٥٠ - ١٠٠	السودان، جيبوتى
بلدان تزيد صادراتها الغذائية عن وارداتها بمعدل ١٠ - ٥٠ مليون	موريتانيا، الصومال

ويلاحظ من جدول (١ - ٢) أن مصر تعتبر من أكثر الدول العربية -بعد السعودية- من حيث ما تنفقه على وارداتها الغذائية خلال الأعوام (٨٠ - ١٩٨٤) وتمثل واردات مصر من الغذاء حوالى ٣١٪ من مجموع الواردات من جميع السلع والبضائع الأخرى غير الغذائية. (البنك الدولى، ١٩٨٥).

ويجب أن نشير هنا إلى أن هناك فرقًا كبيرًا من الواردات الغذائية والمعونات الغذائية فالواردات الغذائية تتمثل فيما تقوم الدولة بشرائه من الأسواق العالمية، ومن المؤكد أن عدد من الدول العربية سوف تبقى مدة طويلة معتمدة على الخارج فى نسبة غير ضئيلة من المواد الغذائية الأساسية. والمشكلة الحقيقية ليست فى الاعتماد على

(*) المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الكتاب السنوى للإحصاءات الزراعية للأعوام ١٩٨٤، ١٩٨٥.

الخارج فقط، ولكنها تكمن فى الاعتماد على المعونـات لسـد الفجـوة الغذائيـة والتـى تعطى مصدر المعونـة مركـزًا يؤثـر عـاجلاً أو آجـلاً علـى استقلالية القـرار السياسـى والاقتصادى للبلد المتلقى للمعونة، ومن ناحية أخرى، فإن المعونات الغذائية تؤدى فـى كثير من الأحيان إلى تشويه الأسعار الزراعية علـى مستوى المنتـج ممـا يضعـف الحـافز على زيادة الإنتاج ويساعد على تأجيل عمليات التصحيح الاقتصادى، ولذا فالمطلوب تغيير طبيعة المعونة بحيث يزول منها العنصر الاستهلاكى وتتحول إلى معونات إنتاجية، سواء فى قطاع الزراعة أو غيره من القطاعات الأخرى.

وتوضح بيانات جدول (١-٣) مدى حدة مشكلة العجز الغذائـى فـى مصـر بمقارنتها بالدول العربية الأخرى، حيث تمثل نسبة وارداتها من الأغذيـة إلى صادراتهـا الإجمالية حوالى ٦٨٪، وهى من أعلى النسـب، ممـا يـدل علـى حـدة مشـكلة العجـز الغذائى فى مصر، على العكس نجد أن المملكة العربية السعودية والتـى تسـتورد أغذيـة بما يوازى ٤,٥ بليون دولار سنويًا، وهى أعلى قيمـة لمستوردات الغـذاء بـين البلـدان العربية؛ إلا أن قيمة هذه المستوردات شـكلت ٥٪ فقـط مـن قيمـة صـادرات المملكـة خلال تلك الفترة (٨٤-١٩٨٥).

جدول (١-٣) توزيع البلاد العربية وفق نسبة وارداتها من الأغذية إلى صادراتها الإجمالية بما فيها الصادرات الغذائية(*)

البلاد	نسبة صافى الواردات الغذائية إلى جملة الصادرات
السعودية، الكويت، الإمارات، قطر	٤ - ٥٪
ليبيا، عمان، المغرب، السودان	٦ - ١٠٪
تونس، العراق، الجزائر	١٣ - ١٥٪
سوريا	٢٧٪
لبنان، اليمن الجنوبى	٤١ - ٤٦ ٪
الأردن	٥٦٪
البحرين، اليمن الشمالى	أعلى من ٨٥٪
مصر	٦٨٪

(*) المنظمة العربية للتنمية الزراعية - الكتاب السنوى للإحصاءات الزراعية للأعوام ١٩٨٤، ١٩٨٥.

ويوضح جدول (١-٤) إنتاج، واستهلاك، استيراد، وتصدير، والفاقد، ونسبة الاكتفاء الذاتى من المواد الغذائية فى مصر عام (١٩٨١).

جدول (١-٤) إنتاج واستهلاك، استيراد، تصدير، فاقد، نسبة الاكتفاء الذاتى من الأغذية خلال عام ١٩٨١ (الكميات بالألف طن مترى)[*]

الغذاء	الإنتاج	الاستهلاك	الوارد	الصادر	الفاقد	الاكتفاء الذاتى ٪
القمح والدقيق	١٨٦٧	٦٤١٠	٥٩٨٠	-	٢٥٥	٢٩,١٣
الأرز	٢٣٨٤	١٣٥٥	-	١٣٥	٤٥	١٧٥,٩٤
البطاطس	١١٩٦	٧٢٤	٥٠	٩٦	١١٥	١٦٥,١٩
البقول	٣١٤	٣٤٩	١٤٦	-	١٨	٨٩,٩٧
الخضروات	٥٨٣٥	٤٣٥٠	-	١١٣	٥٤٨	١٣٤,١٤
الفاكهة	٣٨٠٠	٢٥٣٤	١٠١	١٩٧	٢٢٩	١٤٩,٩٦
السكر	٨٦١	١٢١٣	٣٥٢	-	-	٧٠,٨٩
الزيوت	٢٧٩	٤٤١	٣٣٦	-	١١	٦٣,٢٧
اللحوم الحمراء	٣٤٠	٤٥٠	١٤٩	٢٣	١	٧٥,٥٦
الدواجن	١٤٠	٢٢٦	٨٦	-	-	٦١,٩٥
الأسماك	١٣٩	١٩٣	٧٣	-	-	٧٢,٠٢
البيض	٨٥	٧٤	٢	-	٢	١١٤,٨٦
الألبان ومنتجاتها	١٨٩٣	٣٠٩٣	١٢٠٠	-	-	٦١,٢٠
المجموع	١٠٩١٣٣	٢١٤١٢	٨٤٧٥	٥٦٧	١٢٢٤	٨٩,٣٦

ويلاحظ من بيانات جدول (١-٤) أن كمية الإنتاج لا تتساوى مع الاستهلاك فى كثير من المواد الغذائية. ويلاحظ أن نسبة الاكتفاء الذاتى لمختلف الأغذية انخفضت فى عام ١٩٨٧ عن تلك الواردة فى الجدول، مما يوضح مشكلة الغذاء فى مصر واتساع الفجوة الغذائية المستمر.

[*] محسوبة من بيانات وزارة الزراعة المصرية - مؤتمر أزمة الغذاء في إفريقيا - لندن ١٩٨٧ (S. Nour).

مسببات انخفاض الاكتفاء الذاتى :

ومما لاشك فيه أن هناك أسباب رئيسية أدت إلى انخفاض الاكتفاء الذاتى من المواد الغذائية يمكن حصرها فيما يلى :

١-زيادة السكان بمعدلات عالية.

٢-عدم زيادة الرقعة المنزرعة زيادة ملحوظة.

٣-زيادة الميل الحدى لاستهلاك بعض الأغذية.

٤-انخفاض نسبة العاملين فى الزراعة وزيادة الهجرة من الريف.

٥-فرض أسعار جبرية على بعض المحاصيل دون الأخرى.

٦-فاقد الغذاء أثناء المعاملات الزراعية وما بعد الحصاد.

أولاً : الزيادة السكانية :

تدل بيانات جدول (١-٥) أن معدل الزيادة السكانية حوالى ٢,٢٩٪ خلال الفترة من ١٩٥٢-١٩٦٠، ارتفع ليصل إلى ٢,٦٧٪ سنويًا خلال الفترة ١٩٦٦-١٩٧٦، ووصل إلى ٢,٨٦٪ من ١٩٧٦-١٩٨٦، ويعتبر هذا المعدل عاليًا، أى أن عدد السكان زاد حوالى ١٣٤٪ خلال الفترة من ١٩٥٢-١٩٨٦. وترجع الزيادة السريعة فى عدد السكان إلى تحسين المستوى الصحى وخفض معدل الوفيات من ٩٠ فى الألف خلال الخمسينات إلى ٤٠ فى الألف خلال عقد الثمانينات.

جدول (١-٥) عدد السكان والمساحة المنزرعة والمساحة المحصولية فى مصر من ١٩٥٢ - ١٩٨٦(*)

السنة	عدد السكان (مليون)	المساحة المنزرعة (مليون فدان)	المساحة المحصولية (مليون فدان)
١٩٥٢	٢١,٠٢٢	٥,٧٦١	٩,١٦٧
١٩٦٠	٢٦,٠٨٥	٥,٩٠٠	١٠,٣٧٠
١٩٦٦	٣٠,٠٨٣	٥,٦٥٠	١٠,٤٨٨
١٩٧٦	٣٨,٢٢٨	٥,٧٠٠	١١,١٦١
١٩٨٦	٤٩,١١٢	٦,٣٨٥	١٢,٨١٨

(*) محسوبة من بيانات الجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء، بيانات وزارة الزراعة المصرية، ومأخوذة من مؤتمر أزمة الغذاء فى إفريقيا - لندن ١٩٨٧ (S.Nour).

ثانيًا: المساحة المنزرعة والمساحة المحصولية :

يلاحظ من جدول (١-٥) أن المساحة المنزرعة زادت من ٥,٧٦١ مليون فدان عام ١٩٥٢ إلى ٦,٣٨٥ مليون فدان عام ١٩٨٦ أى بنسبة قدرها ١١٪ فقط، بينما زادت المساحة المحصولية من ٩,١٦٧ مليون عام ١٩٥٢ إلى ١٢,٨١٨ مليون فدان عام ١٩٨٦ أى بنسبة قدرها حوالى ٤٠٪، وترجع زيادة المساحة المنزرعة بنسبة ضئيلة إلى أسباب منها التعدى على الأراضى الزراعية إما بالتجريف أو بالبناء. وتدل تقارير وزارة الزراعة المصرية على أنه خلال هذه الفترة فقدت مساحة من الأرض المنزرعة تقدر بحوالى مليون فدان، بينما مساحة الأراضى المستصلحة لم تزد عن ٠,٨ مليون فدان، وذلك خلال الفترة من ١٩٦٠- ١٩٧٦.

ويمكن أن نستخلص من بيانات جدول (١-٥) أن نصيب الفرد من كل من المساحة المنزرعة والمساحة المحصولية قد انخفض على التوالى، من ٠,٣ - ٠,٤ فدان عام ١٩٥٢ ليصل إلى ٠,١٣ - ٠,٢٦ فدان عام ١٩٨٦. ولذا لابد من زيادة الإنتاج الزراعى عن طريق زيادة إنتاجية الغذاء من المزروعات المختلفة أى الزيادة الرأسية، وذلك عن طريق تحسين مدخلات الإنتاج الزراعى واستخدام التكنولوجيات المناسبة، إلى جانب الزيادة الأفقية باستصلاح واستغلال أراضى جديدة.

ثالثًا : زيادة الميل الحدى لاستهلاك الغذاء :

تدل إحدى دراسات الجمعية المصرية للاقتصاد والتشريع السياسى بمصر سنة ١٩٨٧ أن هناك زيادة فى استهلاك المواد الغذائية ترجع علاوة على ارتفاع مستويات الدخول مع ثبات الإنتاج إلى زيادة الميل الحدى للاستهلاك، وهذا يرجع إلى زيادة القوة الشرائية عن حجم الإنتاج المتاح محليًا. فتدل تلك الدراسة على أن هناك ارتفاعًا أو تضخمًا فى الدخول النقدية، مما ضاعف الطلب على المواد الغذائية وساعد ذلك على اتساع الفجوة بين حجم الناتج المحلى من الحاصلات الزراعية الأساسية وحجم الاستهلاك، الأمر الذى اقتضى اعتمادًا متزايدًا على الواردات لسد الفجوة الغذائية.

كما لوحظ أنه لا يوجد فرق معنوى إحصائيًا بين نمطى الاستهلاك فى الريف والحضر، وهذه تعتبر ظاهرة جديدة فى المجتمع المصرى، والتى ترجع إلى تغييرات اقتصادية واجتماعية عديدة.

رابعًا: انخفاض نسبة العاملين فى الزراعة وزيادة الهجرة من الريف :

تشير تقارير البنك الدولى عن التنمية فى العالم لعام ١٩٨٢، وكذا مؤشرات التنمية الدولية، وتقارير المنظمة العربية للتنمية الزراعية لعام ١٩٨٣ إلى أن نسبة العاملين فى الزراعة المصرية انخفضت من ٥٨٪ عام ١٩٦٠ إى ٥٠٪ عام ١٩٨٠، ويرجع ذلك الانخفاض إلى تخلف الريف، وزيادة الهجرة إلى المدن أو خارج البلاد بسبب انخفاض دخول العاملين فى الزراعة، والتى تمثل فى مصر حوالى ٤١٪ من متوسط الدخل العام للسكان، فتدل تقارير البنك الدولى لعام ١٩٨٠ أن متوسط الدخل السنوى للفرد فى مصر حوالى ٥٤٣ دولار أمريكى، بينما متوسط الدخل السنوى للعاملين فى الزراعة ٢٢٤ دولار أمريكى فقط. وبطبيعة الحال، فإن العناصر البشرية المهاجرة تتمثل فى الفئات الشابة القادرة على العمل والعطاء والإنتاج، مما يرفع من نسبة كبار السن والنساء والأفراد من غير المنتجين، ويزيد من معدلات الإعالة ويخفض من مستويات الإنتاجية الزراعية.

ولا تقتصر هذه المؤشرات السلبية على الريف الذى يخسر قواه البشرية المنتجة، بل ينعكس على المدن حيث يزداد الضغط على مرافقها وخدماتها، علاوة على زيادة الحاجة إلى إنتاج الغذاء؛ لأنه كلما نمت المدن زادت الحاجة إلى الطعام.

خامسًا : فرض أسعار جبرية على بعض المنتجات الزراعية :

تعد الأسعار والسياسات التسعيرية من أهم العوامل الاقتصادية لتوجيه الموارد بكفاءة استخداماتها فى العمليات الإنتاجية المختلفة.

ولذا يقتضى الأمر فى بعض الأحوال ضرورة التدخل الحكومى لتعديل أسعار بعض السلع المنتجة محليًا، فيعود على المُزارِع المنتِج أقل عائد، بينما يحصل القطاع الحضرى على دعم استهلاكه من العائد الزراعى. ويرجع ذلك إلى إهمال الحكومة لتكاليف الإنتاج الفعلية وعدم توفيرها للعائد المحفز للمنتج، بينما ينعم المستهلك بدعم أسعار المنتجات الغذائية. وتدل تقارير البنك الدولى (١٩٨٥) فى هذا الشأن أن الأسعار الحقيقية المتدنية للمزارع المصرى، وبخاصة بعد الارتفاع الجنونى فى تكاليف الإنتاج، حيث أن نسبة الزيادة فى أجور العمال الزراعيين بلغت ٥٠٪ بالنسبة لبعض المحاصيل الرئيسية مثل القمح والأرز والقصب والبصل. كما أن الأسعار المزرعية تقل

عن الأسعار التصديرية، مما أدى إلى انخفاض الهامش الربحي للمزارع. هذا علاوة على ترك محاصيل أخرى دون تحديد أسعار جبرية لها وتركها لقوى العرض والطلب فى السوق، وبخاصة المنتجات الحيوانية والخضروات والفاكهة، مما أدى إلى انخفاض نسبى فى دخل منتجى المحاصيل التصديرية والمحاصيل الغذائية الأساسية، الأمر الذى يخلق حافزًا لدى المزارعين للتحول إلى زراعة المنتجات الأخرى الأكثر ربحية. فمثلاً، طبقًا لأسعار عام ١٩٧٧ كان هناك فرقًا كبيرًا بين العائد النقدى للإنتاج من الفدان لكل من المحاصيل الحقلية (القطن، القمح، الذرة، والفاكهة والخضر) إذ يبلغ الإنتاج النقدى من الخضر نحو أربعة أمثال الناتج من المحاصيل الحقلية، ونحو مرتين ونصف الناتج من الفواكه.

سادسًا: فاقد الغذاء أثناء المعاملات الزراعية وما بعد الحصاد :

يساهم الفاقد فى الغذاء فى زيادة حدة أزمة الغذاء فى مصر وغيرها من الدول، وتقول الإحصائيات الدولية أن ٣٠٪ من الغذاء المنتج على المستوى العالمى يتم فقده، وتصل هذه النسبة فى بعض الدول الإفريقية إلى ٤٠٪ من الحبوب، وتفقد هذه النسبة المرتفعة أثناء الحصاد وعند التخزين والنقل، يضاف إلى ذلك فقد الغذاء نتيجة للإصابة بالحشرات أو الميكروبات والذى يؤدى إلى تلف وفساد الغذاء وبالتالى فقده.

وتوضح إحصائيات وزارة الزراعة المصرية (١٩٨١) أن الفاقد من المحاصيل أثناء الحصاد والنقل والتخزين... وغيرها يمثل أكثر من ٧٪ من الإنتاج (جدول ١-٤)، ويقدر هذا الفاقد بنحو ٤٠٠ مليون جنيه مصرى، إلا أن بعض الدلائل تؤكد أن هذا الرقم أقل من الحقيقى كثيرًا. كما وأن الفاقد فى المنتجات الحيوانية يقدر بنحو ثلاثة آلاف طن سنويًا (جدول ١-٤).

وفى تقرير آخر (خالد الشاذلى ١٩٨١) اتضح أنه يفقد سنويًا بسبب الأمراض التى تصيب الماشية والأغنام حوالى ٦٠ ألف طن من اللحوم، وحوالى ٥٠٠ ألف طن من الألبان بما يقدر بنحو ٢٠٠ مليون جنيه مصرى سنويًا.

الحالة التغذوية فى العالم :

تشير الإحصائيات والبيانات الخاصة بالحالة التغذوية والصحية للبشر على مستوى العالم كله إلى أن هناك تقدمًا واضحًا خلال العقدين الأخيرين، وأهم دلالات الحالة التغذوية والصحية هما العمر المتوقع للإنسان، ومعدل الوفيات بين الأطفال.

ويبين جدول (١-٦) مؤشرات الحالة التغذوية والصحية فى مناطق العالم المختلفة خلال الأعوام ٦٥-١٩٧٠، ٨٥-١٩٩٠ (WHO ١٩٨٥).

جدول (١-٦) مؤشرات الحالة التغذوية والصحية
فى مناطق العالم المختلفة(*)

المنطقة	العمر المتوقع للإنسان (بالسنة)		معدل وفيات الأطفال (لكل ألف)	
	٦٥-١٩٧٠	٨٥-١٩٩٠	٦٥-١٩٧٠	٨٥-١٩٩٠
إفريقيا	٤٣,٩	٥١,٣	١٥٨	١٠١
الولايات المتحدة الأمريكية	٦٧,٥	٧٣,٠	٣٩	٢٤
أمريكا اللاتينية	٥٨,٧	٦٥,٥	٩١	٥٧
آسيا	٥٣,٣	٦١,١	١١٠	٧٤
أوروبا	٧٠,٦	٧٤,٠	٣٠	١٣
الاتحاد السوفيتى	٦٩,٦	٧٢,١	٢٦	٢٢

ويتضح من جدول (١-٦) أنه على الرغم من أن هناك تقدمًا كبيرًا فى الحالة التغذوية والصحية لمختلف مناطق العالم، إلا أنه مازال هناك فجوة كبيرة بين الدول المتقدمة والدول النامية، فنلاحظ أن الفرد الأوربى أو الأمريكى يعيش أكثر من عشرين عامًا أطول من الإفريقى، وفى قارة آسيا نجد تفاوتًا كبيرًا فى تلك المؤشرات والدلائل التغذوية والصحية، فمثلاً يصل العمر المتوقع للإنسان فى اليابان إلى حوالى ٧٧ سنة، بينما نجده فى سيراليون ٣٦ سنة فقط.

كما وأن احتمالات موت الطفل الذى يولد فى بلد نامٍ فقير قبل أن يبلغ عامه الأول يفوق مثيله الذى يولد فى بلد صناعى عدة أضعاف.

وقد اختارت منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥) عمرًا متوقعًا للإنسان يبلغ ٦٠ سنة ومعدل وفيات للأطفال أقل من ٥٠ وفاة لكل ألف طفل لتكون هدفًا صحيًا أدنى لمعدل العالم النامى خلال الأعوام الأولى من القرن الواحد وعشرين.

(*) منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥).

وعمومًا، فإن الجوع وسوء التغذية من الأسباب الرئيسية للمشاكل الصحية فى الدول النامية، فيقدر عدد سكان العالم ممن يحصلون على سعرات حرارية أقل من تلك اللازمة لقيامهم بأعمالهم بحوالى ٢٠٪ من سكان العالم؛ أى أكثر من ألف مليون حاليًا. ففى إفريقيا وحدها يوجد ما يزيد عن ١٥٠ مليون فرد يعانون من نقص الغذاء (منظمة الصحة العالمية، ١٩٨٧)، وفى كل يوم يموت نحو ٤٠ ألف طفل نتيجة لأمراض تتصل بالجوع. كما وأن نقص التغذية يتسبب فى اعتلال الصحة والضعف والوهن، كما يتسبب فى مقاومة أقل للأمراض المعدية، وخطورة أكثر للمرض إذا ما أصيب به الإنسان.

وتدل أيضًا إحصائيات منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥) على أنه يصاب سنويًا أكثر من نصف مليون طفل بالعمى نتيجة لنقص فيتامين (A)، كما أظهرت الدراسات الحديثة أيضًا أنه هناك علاقة بين استيفاء الطفل لحاجته من فيتامين (A)، وخطر الموت نتيجة الإصابة بالإسهال والحصبة والأمراض الأخرى المعدية.

وترتبط المشاكل الصحية فى الدول النامية بالبيئة إلى حد كبير، وبالموارد الطبيعية وأساليب التنمية، فالمشاكل الصحية تبدأ بنقص الغذاء والمياه النقية، ثم نقص الرعاية الصحية المناسبة.

كما أن أهم أمراض الدول المتقدمة، والتى ترجع إلى الإفراط فى استهلاك الغذاء، علاوة على عوامل القلق، هى غالبًا أمراض القلب والأوعية الدموية والسرطان. ويوضح جدول (١-٧) الأسباب الرئيسية للوفيات فى كل من الدول المتقدمة والدول النامية والعالم كله.

جدول (١-٧) الأسباب الرئيسية للوفيات (١٩٨٠)(*)

الأسباب	الدول المتقدمة		الدول النامية		العالم كله	
	العدد بالألف	٪	العدد بالألف	٪	العدد بالألف	٪
الأمراض المعدية والطفيلية	٨١٠	٧,٦	١٦٠٢٠	٣٩,٩	١٦٨٣٠	٣٣,١
السرطان	٢٠٥٠	١٩,٢	٢٢٠٠	٥,٥	٤٢٥٠	٨,٤
أمراض القلب والأوعية	٥٧١٠	٥٣,٥	٧٦٢٠	١٩,٠	١٣٣٣٠	٢٦,٢
أمراض تتعلق بالحمل والوضع	١٧٠	١٠,٦	٣٠٨٠	٧,٧	٣٢٥٠	٦,٤
التسمم	٦٩٠	٦,٥	١٩٨٠	٤,٩	٢٦٧٠	٥,٣
أسباب أخرى غير محددة	١٢٤٠	١١,٦	٩٢٤٠	٢٣,٠	١٠٤٨٠	٢٠,٦
جميع الأسباب	١٠٦٧٠	١٠٠,٠	٤٠١٤٠	١٠٠,٠	٥٠٨١٠	١٠٠,٠

ويمكن أن نتبين من جدول (١-٧) أهم أمراض الفقر وأمراض الثراء، ومنها يتضح أن أمراض القلب والأوعية الدموية تحتل المركز الأول فى أمراض الثراء، وتحتل الأمراض السرطانية المركز الثانى فى أسباب الوفاة، ولكن الوفيات الناتجة عنه تكاد تصل إلى ثلث الناتجة عن أمراض الجهاز الدورى والقلب، وهذه الأمراض صارت تحتل المركز الثانى فى أسباب الوفيات فى الدول النامية بعد الأمراض المعدية والطفيلية.

الحالة التغذوية فى بعض البلدان العربية :

يوضح جدول (١-٨) متوسط استهلاك الطاقة والبروتين والدهن فى بعض بلدان الدول العربية، توضح النتائج أن هناك تغير ملحوظ فى المستهلك من مصادر الطاقة الغذائية خلال الربع الأخير من القرن العشرين حيث زاد الاستهلاك فى بعض الحالات بين الستينيات والتسعينيات من القرن العشرين.

الحالة التغذوية فى مصر :

تتركز مشكلات التغذية التى تؤدى إلى تفشى أمراض سوء التغذية فى الكم والكيف، فنقص الكمية عن الحد المطلوب يؤدى إلى أمراض نقص التغذية، ونوعيته تؤدى إلى عدم استيفاء الغذاء للعناصر الضرورية بالقدر اللازم للجسم.

(*) منظمة الصحة العالمية (١٩٨٥).

جدول (١-٨) متوسط استهلاك الطاقة والبروتين والدهن / الفرد / اليوم[*]

السنة	١٩٦١			١٩٧١			١٩٨١			١٩٨٥		
البيان	طاقة	بروتين	دهن	طاقة	بروتين	دهن	طاقة	بروتين	دهن	طاقة	بروتين	دهن
البلد	كالورى	جم	جم	كالورى	جم	جم	كالورى	جم	جم	كالورى	جم	جم
الإمارات	٢٨١٤	٧٢,٥	٨٥,٢	٣٢٠٨	٧٨,٢	٧٦,١	٣١٩٩	١٠١,٦	١١٠,٣	٣٣٠٩	١٠١,٦	١١١,٥
الجزائر	١٧٣٦	٤٧,٩	٣٢,١	١٨٣٤	٤٨,١	٣٥,٩	٢٦,٤	٦٦,٩	٥٩,٦	٢٨٦٦	٧٦,٦	٦١,٢
الأردن	٢٣١٨	٥٦,٣	٤٨,١	٢٤٩٧	٦٨,٣	٦٢,٢	٢٦٣٩	٦٨,٩	٥٦,٩	٢٦٣٤	٧١,٤	٦٢,٠
السعودية	١٧٧٢	٤٨,١	٢٦,٥	١٨٨٦	٤٨,٣	٣٢,٩	٢٧٧٧	٧٧,٧	٨٠,٢	٢٨٧٤	٨٦,٥	٨٢,٥
السودان	١٨٣٢	٥٥,٩	٥٣,٨	٢٢٠٩	٦١,٦	٦٨,٢	٢٣١٢	٦٨,٦	٧٦,٨	١٩٧٤	٧٥,٢	٦٣,٧
الصومال	١٦٩٩	٥٩,٠	٥٦,٤	١٧١٤	٥٨,١	٦٢,٨	٢٠٧٥	٦٢,٠	٧٨,٥	١٩٠٦	٥٩,١	٦٥,٣
الكويت	٢٥٩٤	٧٦,٨	٧٦,٠	٢٦٤٠	٧٤,٦	٧١,٣	٢٩٦١	٩٠,٠	٩٣,٠	٣١٩٥	٩٥,٣	١٠٤,٩
المغرب	٢١٤١	٥٧,٣	٣٥,٣	٢٤٦٤	٦٥,٥	٤٢,١	٢٦٩٧	٧١,٢	٤٩,٦	٣٠٢٠	٨١,٣	٥٥,٦
اليمن	١٩٠٨	٥٨,٩	٣٦,٤	١٩٦١	٥٨,٨	٣٦,٠	٢٠٧٠	٦١,٨	٣٩,١	٢١٤٢	٦٠,٠	٣٣,٥
تونس	٢١٠٣	٥٦,٤	٤٣,١	٢٩٦٨	٦٣,١	٥٧,٦	٢٧٧٩	٧٧,٥	٦٥,٣	٣٣٣٢	٩٠,٩	٨٥,٧
سوريا	٢٣٦٢	٦٥,١	٥٩,٧	٢٤١٢	٦٤,٢	٦٥,٠	٣١٠٥	٨٤,٢	٩٣,٧	٣٠٠٣	٧٨,٦	٨٢,٧
لبنان	٢٤٦٦	٦٥,٠	٦٢,٢	٢٤٧٤	٦٤,٢	٦١,٩	٢٨٧٥	٨٣,٠	٨٥,٢	٣٢٧٤	٨٦,٢	٩٧,١
ليبيا	١٦٥٤	٣٩,٢	٣٢,٢	٢٥٠٦	٦٠,٥	٧٣,٨	٣٥٦٤	٨٨,٠	١٢٨,٩	٣٣٢٤	٨٠,٥	١٠٨,٣
مصر	٢٢٧٢	٦١,٣	٤٥,٢	٢٤٦٧	٦٤,٧	٥٣,٣	٣٢٠٦	٧٩,٤	٧٢,٣	٣٣٣٥	٨٧,٣	٧٨,٤
العالم	٢٢٦٢	٦١,٩	٤٩,٤	٢٤٥٥	٦٥,٢	٥٦,٠	٢٦١٠	٦٨,٥	٦٢,٧	٢٧١٠	٧١,٠	٦٨,٥

[*] منظمة الأغذية والزراعة ١٩٩٢. نشرة الإحصاءات الزراعية.

ويمكن حصر أهم أسباب هذه المشكلة فى الفقر والجهل وتفشى الأمراض المستوطنة بين سكان الريف.

وهناك أسباب أخرى لا تقل أهمية عن السابقة تتمثل فى العادات الغذائية والتقاليد الاجتماعية الضارة التى ليس من اليسر تغييرها إلا على مدى سنوات طويلة. فالعادات الغذائية التى تكونت وتأصلت فى الفرد منذ نعومة أظافره يحتاج تغييرها توعية الفقراء، بل يجب أن توجه أيضًا إلى القادرين، فالجهل التغذوى قد يتفشى بين الفقراء والقادرين وبين الجهلة والمتعلمين على السواء.

وبالتوعية ونشر الثقافة التغذوية الصحية، يمكن إرشاد الأفراد إلى كيفية تكوين وجبات متوازنة متنوعة، والتعريف بالبدائل الغذائية وطرق الطهى السليمة... وغيرها، وهذه إحدى الوظائف الهامة للإرشاد الاقتصادى المنزلى.

يوضح جدول (١-٩) متوسط نصيب الرد فى مصر من بعض الأغذية:

جدول (١-٩) متوسط نصيب الفرد المصرى اليومى بالجرام من الأغذية
(خلال سنوات ٥٢، ٧٠، ٨٠، ١٩٨١)

الغذاء	١٩٥٢	١٩٧٠	١٩٨٠	١٩٨١	RDA	من RDA
جملة الغذاء	٩٣٣	١٣١٢	١٥٧١	١٦٥٤	٢٦١٨	٦٣
الأغذية النباتية	٧٦٦	١١٤٣	١٣١٨	١٣٩٤	١٣٩٩	١٠٠
الأغذية الحيوانية	١٦٧	١٦٩	٢٥٣	٢٦٠	١٢١٩	٢١
القمح	٤٦٤	٦١٩	٦٦٨	٧٥١	٢٧٨	٢٧٠
الأرز والبطاطس	٢١	٣٥	٥٣	٥٧	٢٣١	٢٥٢٥
البقوليات	٢٩	٣٠	٢١	٢٣	١٨	١٢٨
الخضروات	١٠٠	٢٤٥	٣١٦	٢٨٧	٣٥٢	٥٢
الفواكه	١٠٠	١٤٠	١٥٧	١٦٧	٣٥٠	٤٨
السكر	٤٤	٥١	٧٤	٨٠	٨٥	٩٤
الزيوت	٨	٢٣	٢٩	٢٩	٨٥	٣٤
اللحوم الحمراء	١٧	١٧	٢١	٢٣	١١٤	٢٠
الدواجن	٨	٨	١٣	١٥	٥٨	٢٦
الأسماك	٦	٦	١٢	١٣	٢٤	٥٤
البيض	٢	٤	٥	٥	٦٠	٨
الألبان ومنتجاتها	١٣٤	١٣٤	٢٠٢	٢٠٤	٩٦٣	٢١

المصدر : محسوبة من بيانات وزارة الزراعة والجهاز المركزى للتعبئة العامة والإحصاء بمصر ومأخوذة من مؤتمر أزمة الغذاء فى أفريقيا - لندن، ١٩٧٨ (S.Nour).

فغذاء المواطن المصرى يتميز بزيادة نصيبه من الحبوب على حساب استهلاك الأغذية الأخرى -متوسط نصيب الفرد المئوى من القمح ودقيق أعلى من ٢٠٠ كيلو جرام، وهو ما يزيد على نصيب المواطن فى الدول الغنية والذى لا يتجاوز ٥٠ كجم وبعبارة أوضح فإن الفرد فى مصر يستهلك ثلاثة أمثال ما يستهلكه الأوربى من الخبز

وحمدة أمثال نصيب الأمريكى، ويرجع ذلك لعادات غذائية علاوة على أنه أرخص الأغذية المتاحة حيث تدعمه الحكومة بما يعادل ٨٠٠ مليون جنيه مصرى (١٩٦٨).

كما وأنه يعتبر مادة مالئة تشعر الفرد بالشبع، فهو الغذاء الأساسى لعامة الشعب وخاصة لذوى الدخول الدنيا.

وفى حقيقة الأمر فمن الإنصاف القول بأن جزءًا كبيرًا من الدقيق يستهلك كأعلاف للحيوانات والطيور.

ومن ناحية أخرى فإن الاستهلاك فى مصر من الأغذية الكربوهيدراتية الأخرى وهى البطاطس والأرز ٢٥ ٪ من الكميات الموصى بها ويرجع ذلك أيضًا إلى عادات غذائية كما أن البطاطس تستهلك كنوع من الخضروات.

أما البقوليات وخاصة الفول الذى يشكل مع الخبز الوجبة الأساسية للمواطن المصرى نجد أن نصيب الفرد منها أعلى من تلك الكميات الموصى بها.

كما أن استهلاك الفرد فى مصر من الخضر يزيد استهلاكه من الفاكهة المرتفعة الأسعار، وأن من العادات الغذائية شرب الشاى بعد تناول وجبة الغذاء أو العشاء بدلاً من الفاكهة مرتفعة السعر، وذلك ساعد على زيادة استهلاك السكر، فيتضح ارتفاع استهلاك الفرد من السكر فهو حوالى ٣٠ كيلو جرام فى السنة وهو ما يزيد على استهلاك الفرد فى كل الدول باستثناء الولايات المتحدة الأمريكية التى يستهلك فيها المواطن ضعف ما يستهلكه المواطن المصرى.

ويرجع ارتفاع استهلاك السكر إلى التوسع فى صناعة المياه الغازية والتى يصل إنتاجها فى العام الواحد إلى أكثر من ١٢ مليون (١٩٨٩) مع التوسع فى إنتاج العصائر والمربات وظهور العديد من مصانع الحلوى.

ومن نتائج الدراسات المختلفة يلاحظ الانخفاض الكبير فى نصيب الفرد من الزيوت والأغذية الحيوانية بصفة عامة -ويرجع ذلك إلى قلة الناتج من هذه الأغذية وبالتالى ارتفاع أسعارها وعدم مقدرة الغالبية العظمى من المواطنين على الحصول عليها.

متوسط نصيب الفرد من العناصر الغذائية :

الطاقــــة :

تـــدل الإحصائيات المختلفة المصرية والعالمية، على أن هناك زيادة مستمرة فى

نصيب الفرد من الطاقة منذ ثورة ١٩٥٢ وكانت الزيادة أعلى ما يمكن خلال أعوام ٧٣ - ١٩٧٦ حيث وصلت إلى حوالى ١٥٠٪ من الكميات الموصى بها (RDA) ويرجع ذلك إلى ارتفاع الدخول خلال هذه الفترة نتيجة للانفتاح الاقتصادى للبلاد (جدول ١-١٠).

وبطبيعة الحال فيجب ألا يقل أو يزيد نصيب الفرد من الطاقة عن أكثر من ١٥ ٪ من الكميات الموصى بها وإلا أدى ذلك إلى أضرار صحية كثيرة.

ويعتمد الفرد بدرجة كبيرة فى سد احتياجاته من الطاقة إلى الأغذية النباتية (جدول ١-٤)، فالحبوب وحدها تمده بحوالى ٧١٪ من الطاقة، وتصل هذه النسبة إلى ٥٥٪ فقط فى معظم الدول المتقدمة وحوالى ٧٧٪ فى الدول النامية، أما نصيبه من الطاقة حيوانية المصدر فتمثل ٦,٥ ٪ من الطاقة الكلية والتى تبلغ أكثر من ٣٥ ٪ فى الولايات المتحدة الأمريكية.

البروتين :

المتوسط اليومى لنصيب الفرد من البروتين فى مصر عالى نسبيًا ويصل لحوالى ١٠٦ (جدول ١-١٠)، معظمها من الحبوب والبقول، ومنها حوالى ١٥ جرام فقط من مصادر غذائية حيوانية أى نسبة بنسبة ١٤٪ من البروتين الكلى، وبالمقارنة بغذاء الفرد فى الولايات المتحدة الأمريكية نجد أن البروتين الحيوانى يمثل أكثر من ٤٠٪ من البروتين الكلى.

الدهــون :

المتوسط اليومى لنصيب الفرد من الدهون حوالى ٦٤ جرام (جدول ١-١٠) ٧٥٪ منها نباتية المصدر، ٢٥٪ حيوانية المصدر وهذه الكمية تمثل حوالى ١٥٪ من الطاقة الكلية وهى تتساوى أو تقل قليلاً عن معظم الدول النامية والنسبة الموصى بها تتراوح ما بين ٢٥ - ٣٠ ٪.

الكربوهيدرات :

تمثل الكربوهيدرات أكثر من ٧٠٪ من مصادر الطاقة الكلية -وهى أعلى كثيرًا عن الكميات الموصى بها والتى تتراوح بين ٥٠ - ٦٠ ٪ فقط.

جدول (١-١٠) متوسط نصيب الفرد اليومى من الطاقة والبروتين والدهون والكربوهيدرات ومصادرها الغذائية عام ١٩٨١

الغذاء	الطاقة		بروتين		دهون		كربوهيدرات	
	حرارى	٪	جم	٪	جم	٪	جم	٪
أغذية نباتية	٣٥٢٥	٩٣,٥	٩١,١	٨٥,٩	٤٧,٩	٧٤,٨	٦٨٣,٠	٩٨,٦
حبوب	٢٦٧٠	٧٠,٨	٧٨,٠	٠٧٣,٦	١٦,٠	٢٥,٠	٥٥٤,٠	٧٩,٩
أرز وبطاطس	٥١	١,٤	١,٢	١,١	-	-	١١,٦	١,٧
بقوليات	٨٦	٢,٣	٥,٠	٤,٧	٢,١	٣,٣	١١,٨	١,٧
خضروات	٨٢	٢,٢	٥,٠	٤,٧	٠,٦	٠,٩	١٤,٢	٢,٠
فاكهة	١٠١	٢,٧	١,٧	١,٦	١,٢	١,٩	٢٠,٩	٣,٠
سكر	٢٨٣	٧,٥	٠,٢	٠,٢	-	-	٧٠,٥	١٠,٢
زيوت	٢٥٢	٦,٧	-	-	٢٨,٠	٤٣,٧	-	-
أغذية حيوانية	٢٤٧	٦,٥	١٤,٩	١٤,١	١٦,١	٢٥,٢	١٠,٠	١,٤
لحوم	٤٥	١,٢	٤,٠	٣,٨	٢,٩	٤,٥	٠,٥	٠,١
دواجن	١٩	٠,٥	١,٨	١,٧	١,٣	٢,٠	-	-
أسماك	١٠	٠,٢	١,٠	٠,٩	٠,٦	٠,٩	-	-
بيض	٨	٠,٢	٠,٦	٠,٥	٠,٥	٠,٨	-	-
ألبان ومنتجاتها	١٦٥	٤,٤	٧,٥	٧,٢	١٠,٨	١٦,٩	٩,٥	١,٤
الإجمالى	٣٧٧٢	١٠٠,٢	١٠٦	١٠٠,٠	٦٤,٠	١٠٠,٠	٦٩٣,٠	١٠٠,٠

المصدر : S. Nour (1987)

وظائف الغذاء للجسم Functions of Food :

لا تقتصر فوائد الغذاء على نمو وبناء وتجديد أنسجة الجسم، أى الجوانب الفسيولوجية physiological بل له جوانب أخرى احتماعية social ونفسية psychological لا يمكن إغفالها.

الوظائف الفسيولوجية physiological Functions :

١-الغذاء يمد الجسم بما يحتاجه من عناصر غذائية لتوليد الطاقة اللازمة لأداء الوظائف الحيوية بالجسم. وهذا الاحتياج يجب أن يوفر للجسم قبل أى احتياج آخر. وتعتبر الكربوهيدرات مصدرًا اقتصاديًا للطاقة، يليها الدهون، ثم البروتين.

٢-يمد الجسم بالمواد اللازمة لبناء الجسم وصيانته مثل البروتين والماء والأملاح المعدنية.

٣-يمد الجسم بما يلزمه من مواد لتنظيم العمليات وصيانة الجسم، ويدخل فى هذه المجموعة الفيتامينات والأملاح المعدنية والماء والأحماض الدهنية الأساسية والبروتين.

الوظائف الاجتماعية Social Functions :

تعتبر حفلات الغداء أو العشاء التى تقام للأفراد والجماعات من وسائل توطيد العلاقات الاجتماعية وزيادة أواصر الصداقة بين الناس، ووسائل التعارف بين الناس والشعوب. وتقام المآدب والحفلات للزوار والسياسيين ورجال الأعمال حين يقومون بزيارة مدنًا مختلفة، أو بلادًا أجنبية وينهون أعمالهم، وهذا ما يعرف بغداء العمل أو عشاء العمل business lunch or supper. كما تقام حفلات الشاى أو العشاء فى الكليات والمعاهد كوسيلة للتعارف بين أسرة الكلية أو المعهد وزيادة الترابط.

الوظائف النفسية Psychological Functions :

يقوم الغذاء -إلى جانب تغذية الجانب الجسدى- بإرضاء بعض الجوانب العاطفية، ويعتبر الغذاء أحد -إن لم يكن أهم- مسببات السعادة للإنسان. فالفرد يشعر بلذة أثناء تناوله الطعام خصوصًا إذا كان شهيًا. إن الغذاء يلبى حاجات الإنسان البيولوجية، أى أنه مهم لحياة الإنسان ومعيشته، كما أن الشبع يشعر الإنسان بالأمان. والمعروف أن عدم تلبية الحاجة يؤدى بالإنسان إلى التوتر.

إن الإنسان الشبعان يكون قادرًا على الحركة والنشاط وأداء أعماله البيولوجية، وهذا يؤدى إلى استقرار حالته المزاجية وشعوره بالسعادة، أما الجوع فيولد لدى الفرد الشعور بالبؤس والخمول، وعدم القدرة على الحركة وأداء متطلباته وأعماله، فيشعر بالإحباط، وللغذاء تأثير فى صورة الهرمونات الموجودة فى الجسم.

إن الإنسان الجائع يتصف بالعصبية والقلق والتوتر، وذلك لأن الجوع يقلل أو يمنع إفراز هرمون الإنسولين، ويعمل هذا على إفراز الهرمونات المضادة للإنسولين، مثل هرمون الإنبفرين الذى تؤدى زيادته فى الدم إلى توتر الإنسان وزيادة حساسيته وسرعة وسهولة إثارته.

كلنا يعلم جيدًا أن نجاح الإنسان فى حياته الدراسية والعملية يبعث فيه الشعور بالغبطة والانبساط والسرور، وفى ذلك يلعب الغذاء دورًا مهمًا، وذلك لأن الغذاء يمد المخ بمتطلباته الغذائية ليقوم بوظائفه المختلفة من تفكير وتحصيل وتذكر

والقدرة على حل المشكلات والإبداع، وغيرها من الوظائف المختلفة، وذلك لأن الغذاء يكون الموصلات العصبية neurotransmitters المختلفة اللازمة، فيستطيع الفرد أن يتعلم ويحقق طموحاته وإنجازاته فى الحياة بمعنى كامل وتكيف سوى.

ومن جهة أخرى، فإن مادة serotonin تستخدم لتهدئ الإنسان حتى فى حالة الهياج، وما هذه المادة إلا موصل عصبى نتج من الحامض الأمينى الأساسى tryptophan.

علاوة على ما سبق، فإن وجود الغذاء على مائدة المفاوضات والمناقشات يقلل من حدة التفاوض والنقاش. كما أن الغذاء يلعب دورًا مهمًا للإنسان فى غربته؛ فعندما يكون الفرد فى بلد أجنبى ويتناول طعامًا تعود عليه فى وطنه، فإنه يشعر بالراحة النفسية إلى جانب الفائدة الجسمية. كما أن الفرد عندما يسافر إلى بلد أجنبى فإنه يشعر في بادئ الأمر بمعاناة نفسية، ولكن تزول هذه الحالة بعد أن يتلاءم مع العادات الغذائية السائدة.

تركيب جسم الإنسان Composition of Human Body :

ويتركب جسم الإنسان من العناصر الغذائية التى يتناولها فى غذائه ويبنى منها جسمه "You are what you eat". وهذه المكونات عضوية ومعدنية، هى عناصر أساسية essential تمثل المواد العضوية منها ٩٥-٩٦٪ من وزن الجسم، والباقى مواد معدنية. وتتكون المواد العضوية من عناصر الأكسجين، والكربون، والهيدروجين، والنتروجين. وبالنسبة للمواد المعدنية فتشمل :

أ - عناصر كبيرة macro elements، وتشمل الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والصوديوم والكبريت والكلور والمغنسيوم.

ب- عناصر صغيرة micro elements، وعادة تقدر هذه المواد بالملجم / كجم من وزن الجسم، وتشمل الحديد واليود والنحاس والزنك والمنجنيز والكوبلت والموليبدنيوم والسلينيوم والكروم والفلور.

ويوضح جدول (١-١١) النسبة المئوية لعدد ذرات العناصر الكيمائية الموجودة فى جسم الإنسان كما أشار إليها Stroev (١٩٨٩) :

جدول (١-١١) العناصر الكيمائية الرئيسية فى جسم الإنسان

العنصر	٪	العنصر	٪	العنصر	٪
H	٦٠,٣	Na	٠,٧٣	K	٠,٠٣٦
O	٢٥,٥	Ca	٠,٢٢٦	Cl	٠,٠٣٢
C	١٠,٥	P	٠,١٣٤	Si	< ٠,٠٠٠١
N	٢,٤٢	S	٠,١٣٢	Al	< ٠,٠٠٠١

يلاحظ أن أربعة عناصر هى الهيدروجين والأكسجين والكربون والنتروجين تكون ذراتها حوالى ٩٩ ٪ من مجموع الذرات atoms فى جسم الإنسان ويصل عدد عناصر الجدول الدورى للعناصر الموجودة فى جسم الغنسان ٧٠ عنصر، ويمكن تقسيم هذه العناصر إلى أربعة أقسام حسب نسبة وجودها فى الجسم، وتشمل المجموعة الأولى العناصر الموجودة بالنسبة الأكبر macrobiogenic وهى العناصر الرئيسية وتضم الأكسجين، الكربون، النتروجين، الهيدروجين، الكالسيوم، الفوسفور.

المجموعة الثانية وتشمل العناصر الأقل وجودًا oligobiogenic ويتراوح نسبة وجودها بين ٠,١ - ١,٠ وتشمل البوتاسيوم، الصوديوم، الكلور، الكبريت، المغنسيوم والحديد.

المجموعة الثالثة وتشمل المجموعة الأصغر microbiogenic التى لا يزيد نسبة وجودها فى الجسم عن ٠,٠١ ٪ وتضم الزنك، المنجنيز، الكوبلت، النحاس، الفلور، البروم واليود، وقد أظهرت أنها تقوم بوظائف حيوية للجسم.

أما المجموعة الرابعة وتوجد بنسب ضئيلة فى جسم الإنسان ultra microbiogenic وتضم باقى العناصر التى لا تزيد نسبة وجودها بين ١٠$^{-٤}$ - ١٠$^{-٦}$، وقد ثبت أن ١٢ منها تقوم بوظائف للجسم وهى البورون، الليثيوم، الألومنيوم، السليكون، ستانم، كادميوم، رصاص، سيلينيوم، تتانيوم، فانيوم، كروميوم، والنيكل، ويوجد نسبة ضئيلة تتراوح بين ١٠$^{-٤}$ - ١٠$^{-١٢}$ بها سيزيوم، جاليوم، انديوم، تاليوم، جيرانيوم، انتيمونى، بسمث، ذهب، زئبق، كما يوجد عناصر أخرى خاملة inert، وأيضًا عناصر أخرى مشعة مثل الراديوم، واليورانيوم وهذه نسبتها لا تزيد عن ذرة واحدة فى الخلية، وقد تزيد نسب هذه العناصر وتتراكم فى الجسم نتيجة تلوث البيئة.

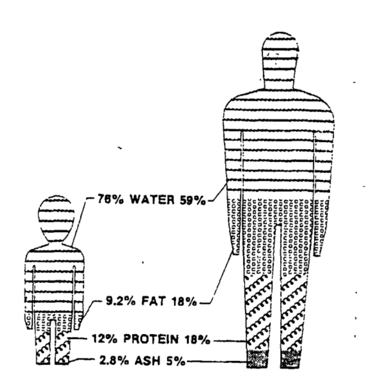
وتشترك العناصر الكيميائية السابقة الذكر فى تكوين العناصر الغذائية المكونة لجسم الإنسان (جدول ١ - ١٢) وهى الماء والبروتين والدهون والعناصر المعدنية

والكربوهيدرات والفيتامينات، وتختلف هذه العناصر، وخصوصًا نسبة الماء والدهن حسب السن والحالة الصحية والمرضية ونشاط الفرد.

جدول (١-١٢) تركيب جسم الإنسان من العناصر الغذائية

العنصر	٪
ماء	٥٥ - ٦٥
بروتين	١٥ - ١٧
دهن	١٣ - ٢٠
رماد	٣,٥ - ٥,٥
كربوهيدرات	٠,٧٠ - ١,٥

وتوجد الفيتامينات بجسم الإنسان إلا أنها توجد بنسبة ضئيلة جدًا. ومع تقدم العمر تقل نسبة الماء وتزيد باقى العناصر (شكل ١-٣).



* المصدر : Ensminger وآخرون (١٩٩٥).

شكل (١-٣) تغير تركيب الجسم حسب العمر

كما يتغير تركيب الجسم أيضًا حسب الحالة التغذوية حيث تزيد نسبة الدهن فى حالة زيادة البدانة، بينما تقل فى حالة نقص الوزن أو النحافة.

ويعتبر الغذاء هو المصدر الرئيسى للإنسان فى الحصول على معظم العناصر الغذائية اللازمة له للنمو وصيانة أنسجته وتجديدها، والوقاية من الأمراض.

وقد يحتوى الغذاء الواحد على عدد محدود من العناصر الغذائية، أو قد يمد الجسم بعدد كبير منها. ولا يمكن لأى طعام واحد أن يمد الجسم بكل العناصر الغذائية بالكميات والنسب اللازمة للمحافظة على الصحة العامة. وعمومًا إذا احتوت الوجبة ككل على جميع العناصر الغذائية الضرورية، يمكن للخلايا وأعضاء الجسم المختلفة تخليق آلاف من المواد الضرورية للتفاعلات الميتابوليزمية فى الجسم.

ولا يمكن استعمال الغذاء بصورته الأصلية بواسطة الخلايا. ولكن لابد من تحويله إلى حالة يسهل للجسم الاستفادة منه. ويتم ذلك بواسطة سلسلة من العمليات تبدأ بالهضم خلال الجهاز الهضمى حيث تنطلق العناصر الغذائية فى صورة حرة تمتص، ثم تنتقل من خلال الغشاء المخاطى لجدار الأمعاء إلى تيار الدم، حيث تنقل لأنسجة الجسم المختلفة لاستعمالها للعديد من الأغراض الفسيولوجية والميتابوليزم. ويعمل الجسم على منع أى تراكم للعناصر الغذائية أو نواتجها الميتابولية أو زيادة تركيزها فى بعض الأجزاء لدرجة تصل إلى المستوى السام للجسم، أو فى سوائل الجسم، ويتم ذلك عن طريق تنظيم عملية الامتصاص والإخراج والتخلص من العناصر الزائدة عن حاجة الجسم عن طريق إفرازات المرارة والبراز والبول والعرق.

والعناصر الغذائية التى يحتاجها الإنسان تشمل الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية والماء، وتعتبر الكربوهيدرات والليبيدات والبروتينات هى العناصر الغذائية المولدة للطاقة nutrients producing energy.

الباب الثانى

الكربوهيــدرات

CARBOHYDRATES

الكربوهيدرات

CARBOHYDRATES

مقدمـــة:

يستمد الناس معظم العناصر الغذائية من الأغذية الكربوهيدراتية، وهى سهلة الزراعة ورخيصة، فإنتاج الفدان من الأغذية التى تمد الجسم بالطاقة أعلى من أى مصدر آخر للطاقة كما أن الأغذية الكربوهيدراتية طعمها مقبول ويمكن تخزينها لمدة طويلة دون حدوث تلف فى الوقت الذى تعانى فيه البلاد الحارة من فساد اللحم بسرعة.

وتعتبر الكربوهيدرات المصدر الرئيسى للطاقة اللازمة للإنسان فى جميع أنحاء العالم ممثلة فى القمح والذرة والأرز والشعير والبطاطس.. إلخ، ويمكن للنبات أن يكون الكربوهيدرات أثناء عملية التمثيل الضوئى **photosynthesis** وهى سلسلة من التفاعلات الكيمائية التى تتطلب وجود الكلوروفيل النباتى والطاقة من الشمس لتكوين الكربوهيدرات من ثانى أكسيد الكربون الجوى والماء الأرضى.

ومن خلال النبات يمكن للإنسان أن يحصل على احتياجه من الكربوهيدرات حيث أنه لا يمكن للإنسان أن يكون الكربوهيدرات من عناصرها.

تكوين الكربوهيدرات:

تتكون الكربوهيدرات من كربون وأيدروجين وأكسجين، ويوجد العنصران الأخيران بنسبة وجودهما فى الماء ورمزها العام $C_n\ H_{2n}\ O_n$ والكربوهيدات عبارة عن الدهيدات **Aldehydes** أو كيتونات **Ketones** عديدة الهيدروكسيل، وهذه هى التى تنتج عند تحليل الكربوهيدرات مائيًا أو هى عبارة عن مشتقات الدهيدية أو كيتونية للكحولات عديدة الهيدروكسل. وترجع كلمة كربوهيدرات إلى أن ذرات الكربون محاطة بالعناصر المكونة للماء أى **"Carbon hydrates"**

أقسام الكربوهيدرات :

وتنقسم الكربوهيدرات إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

١- سكريات أحادية **Monosaccarides**

٢- سكريات أوليجية **Oligosaccharides**

٣- عديدات السكريات **Polysaccharides**

أولاً: سكريات أحادية Monsaccharides :

ويطلق على السكريات الأحادية اسم الكربوهيدرات البسيطة أو السكريات البسيطة ولا تتحلل إلى حالة أبسط منها من الكربوهيدرات وتتكون من ثلاثة إلى ستة ذرات من كربون.

والسكريات البسيطة إما ألدهيات (ألدوزات Aldoses) أو كيتونات (كيتوزات ketoses) ويمكن تقسيمها حسب وجود مجموعة الألدهيد أو الكيتون كما يمكن تقسيمها حسب عدد ذرات الكربون إلى تريوزات Trioses وتتروزات Tetroses وبنتوزات Pentoses وهكسوزات Hexoese (جدول ٢-١). وتتكون مركبات التريوز والتتروز نتيجة تحليل الجلوكوز.

ومن أمثلة السكريات الأحادية :

جدول (٢-١) السكريات الأحادية

Classifiction	Aldoses	Ketoses
Trioses ($C_3H_6O_3$)	Glyceraldehyde	Dihydroxyacetone
Tetroses ($C_4H_8O_4$)	Erythrose Threose	Erythrulose
Pentoses ($C_5H_{10}O_5$)	Xylose Ribose Arabinose	Xylulose Ribulose
Hexoses ($C_6H_{12}O_6$)	Glucose (dextrose) Galactose Mannose	Fructose (levulose) Sorbose
Heptoses ($C_7H_{14}O_7$)		Sedoheptulose

البنتوزات Pentoses:

وتتكون فى الخلية بسهولة ومن أمثلتها سكر الريبوز. وتدخل هذه السكريات فى عمليات الميتابوليزم فى الخلية.

ويتحول الريبوز ribose إلى deoxyribose بإحلال الأيدروجين محل مجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون الثانية. وتدخل هذه السكريات في تكوين الحامض النووى (DNA) Deoxyribonucleic acid وكذا الحامض النووى (RNA) Ribonucleic acid كما يدخل ribose فى تكوين نكليوتيدات أخرى nucleotides مثل (ATP) adenosine triphosphate و nicotine adenine dinucleotide phosphate (NAD) nicotine adenine dinucleo tide (NADP) كما يتحول الريبوز إلى كحول الريبتول ribitol ويدخل فى تكوين فيتامين الريبوفلافين (شكل ٢-١) كما يدخل الريبوز فى تكوين لبعض الجليكوبروتينات.

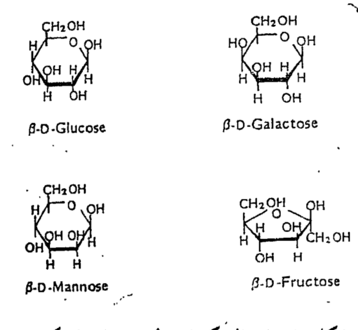
D-Xylose　　D-Ribose

2-Deoxy-D-ribose　　Ribitol

شكل (٢-١) السكريات الخماسية (البنتورات)

الهسكوزات Hoxoses:

وتعتبر الهسكوزات من أكثر السكريات الأحادية وجـودًا فـى غـذاء الإنسـان ومـن أمثلتهـا الجلوكـوز Glucose والجـالاكتوز Galactose والمـانوز Mannose والفركتـوز Fructose شـكل (٢-٢) والثلاثـة الأولى هسـكوزات ألدهيديـة aldohexoses أما الفركتوز فهو يتبع الهسكوزات الكيتونية Ketohexoses.



شكل (٢-٢) السكريات السداسية (الهسكوزات)

يعتبر الجلوكوز مركب هام فى بناء وهدم الكربوهيدرات، كما أنه الصورة التى تدخل بها الكربوهيدرات من سوائل الجسم إلى الخلية، وتعتمد خلايا الأنسجة العصبية وعدسة العين Lenses على الجلوكوز كمصدر للطاقة، ولكن فى حالة الجوع أو حالات تحليل دهون الجسم يعتمد المخ على الأجسام الكيتونية كمصدر للطاقة والجلوكوز هو الصورة التى تنتهى إليها السكريات العديدة بعد هضمها، ويوجد الجلوكوز فى الفواكه وقصب السكر والبنجر وعسل النحل والمولاس.

ويوجد الجلوكوز فى دم الإنسان حيث يمثل للجسم مصدرًا سريعًا للطاقة اللازمة للإنسان وقد اكتشف وجوده فى الدم بواسطة Schmide وآخرون ١٨٤٤، ويصل مستوى الجلوكوزالطبيعى فى الإنسان من ٧٠ إلى ١٠٠ ملليجرام/ ١٠٠ مل دم، ويرتفع هذا الرقم إلى ١٢٠- ١٣٠ ميللجرام/ ١٠٠ مل بعد تناول الكربوهيدرات فى الغذاء وعادة يعود مستوى السكر للوضع الطبيعى بعد (١,٥- ٢) ساعة، وللجسم القدرة على تنظيم هذا المستوى من الجلوكوز فى الدم بالرغم من استعمال الجلوكوز بكثرة بواسطة أنسجة الجسم المختلفة وسيأتى ذكر كيفية التنظيم فى أبواب تالية.

ويعتبر الفركتوز أكثر السكريات حلاوة ويعرف باسم سكر الفواكه Fruit Sugar ويوجد فى الفواكه وعسل النحل والمولاس ورحيق الأزهار، ويتكون داخل جسم الإنسان نتيجة هضم السكروز، أما الجالاكتوز فلا يوجد حرًا فى الطبيعة كما هو الحال فى الجلوكوز والفركتوز ويدخل فى تكوين سكر اللبن، ويمكن للجسم أن يحول الفركتوز (فى الكبد أو الامعاء) والجالاكتوز (فى الكبد) إلى جلوكوز، ولا يعتبر [illegible]نوز مصدرًا أساسيًا للطاقة اللازمة للخلية، ولكن يدخل فى تكوين بعض ميكويدات Mucoids سيرم الدم، وكذا فى تكوين الجليكوبروتينات glycoproteins والجليكوليبيدات glycolipids.

مشتقات السكريات الأحادية:

تدخل مشتقات السكريات الأحادية فى تكون العديد من المركبات والإفرازات داخل الخلية. توجد مشتقات عدة للسكريات الأحادية:

- السكريات المفسفرة phosphorylated sugars وهى الصورة النشطة للسكريات مثل جلوكوز -٦- فوسفات وهو مركب مهم فى ميتابوليزم الكربوهيدرات.

- السكريات الأمينية amino sugars وفيها تحل مجموعة أمينية محل مجموعة هيدروكسيل مثل جلوكوزامينglucosamine وجالاكتوزامين galactosamine ومانوزامين mannosamine وهى سكريات دعامية فيوجد الجلوكوزامين والجالاكتوزامين فى الغضاريف بجسم الإنسان كما يوجد الجلوكوزامين فى حامض هيالورونيك وفى مادة الهيبارين لتجلط الدم Blood clot وفى الكيتين Chitin فى الغلاف الخارجى للحشرات والقشريات كما يوجد الجالاكتوزامين فى الكوندروتين chondroitin. كما أن بعض المضادات الحيوية antibiotics مثل erythromycin وcarbomycin تحتوى على سكريات أمينية وهذه السكريات الأمينية تدخل بصفة عامة فى بناء السكريات المعقدة complex sugars بجسم الإنسان.

- أستيل سكريات أمينية acetyl amino sugar وفيها تحل مجموعة أستيلية محل ذرة نتروجين من المجموعة الأمينية على السكر الأمينىglucoseamine وهو مركب يدخل فى البناء.

- حامض يورونيك uronic acid وفيها تتأكسد مجموعة كحول أولى Primary acohol group إلى مجموعة كربوكسيلية carboxyl group مثل حامض جلوكيورونيكglucuronic acid ويستعمله الجسم للتخلص من بعض المواد السامة.

- حامض جليكونيك glyconic acid وفيه تتأكسد مجموعة الألدهيد إلى مجموعة كربوكسيلية.

- سكر كحولى sugar alcohol وفيه تختزل مجموعة الألدهيد أو الكيتون إلى مجموعة كحولية alcohol group مثل الجلوسيتول glucitol (سربيتول Sorbitol).

ويوضح شكل (٢-٣) أمثلة لبعض مشتقات السكريات الأحادية وتركيبها الكيميائى.

	β-D-Glucose-6-phosphate
Amino sugars	β-D-Glucosamine
Acetyl amino sugars	*N*-Acetyl-β-D-glucosamine.
Uronic acids	β-D-Glucuronic acid
Glyconic acids	D-Gluconic acid (glyconic acid)
Sugar alcohols	D-Glucitol (sorbitol)

شكل (٢–٣) مشتقات السكريات الأحادية

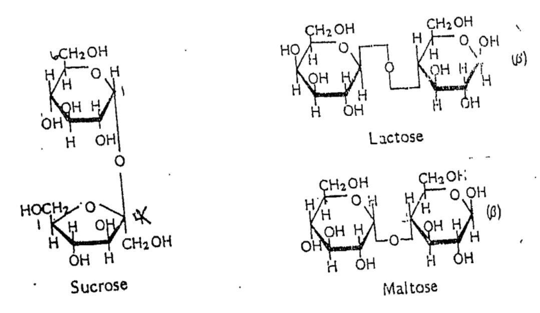
ثانيًا: سكريات أوليجية Oligosaccharides :

تتكون السكريات الأوليجية من ٢- ١٠ وحدات من السكريات البسيطة متصلة مع بعض من خلال المجاميع الهيدركسيلية لكل جزئ سكر فى رابطة جليكوسيدية glycosidic linkage مع فقد جزئ من الماء. وغالبًا تكون الرابطة ١-٤ أو ١-٦ أى يتم الاتصال بين المجموعة الهيدركسيلية على ذرة الكربون الأولى من جزئ السكر والمجموعة الهيدروكسلية على ذرة الكربون الرابعة أو السادسة من جزئ السكر الآخر. وأكثر هذه المجموعة انتشارًا هى السكريات الثنائية disaccharides وتوجد السكريات الأوليجية حرة فى سوائل الجسم أو متحدة مع البروتين مكونة جليكوبروتينات فى جدار الخلية وقد تعمل كعلامة للتعريف بالخلايا وسهولة ارتباط المركبات بين الخلايا cell recognilion identifires (stroev ١٩٨٩).

تتكون السكريات الثنائية من وحدتين من السكريات الأحادية ومن أمثلتها السكروز واللاكتوز والمالتوز (شكل ٢-٤) وهى أكثر السكريات الثنائية شيوعًا ويتكون السكروز من جلوكوز وفركتوز، أما اللاكتوز فيتكون من جلوكوز وجالاكتوز، بينما يتكون المالتوز من وحدتين من الجلكوز ويمكن تحليل السكريات الثنائية مائيًا إلى مكوناتها.

ومصدر السكروز هو قصب السكر والبنجر، كما يوجد فى المولاس وعسل النحل، ويعرف اللاكتوز بسكر اللبن ويوجد فقط فى لبن الثدييات، ولبن الإنسان بنسبة ٦,٨٪ بينما فى لبن البقرة بنسبة ٤,٩٪.

والمالتوز هو سكر الشعير، ويوجد فى الحبوب أثناء إنباتها ويتكون فى جسم الإنسان كخطوة وسطية فى هضم النشا.



شكل (٢-٤) السكريات الثنائية

ويستفيد الجسم من السكريات الثنائية بعد تحليلها إلى سكريات أحادية داخل الجسم. وبالنسبة لسكر اللاكتوز فإنه يتكون من خلايا متخصصة فى الغدد الثديية كما أنه يتكون خلال فترة الرضاعة فقط.

ثالثًا: عديدات السكريات Polysaccharides :

تعتبر عديدات السكريات كربوهيدرات معقدة تحتوى على أكثر من ٢٠٠٠ وحدة من السكريات الأحادية مرتبة فى سلاسل إما مستقيمة أو متفرعة. ووحدات السكريات الأحادية قد تكون متشابهة أو مختلفة، فإذا كانت الوحدات متشابهة تسمى عديدات السكريات المتجانسة Homopolysaccharides أما إذا كانت الوحدات مختلفة فتسمى عديدات السكريات غير المتجانسة Heterpolysaccharides ومن عديدات السكريات المتجانسة النشا والجليكوجين والدكسترين والسليلوز، ومن عديدات السكريات غير المتجانسة حامض هيالورونيك Hyaluronic acid وكوندريتن سلفات Chondrioton sulfate والهبارين.

وتختلف عديدات السكريات فى درجة ذوبانها وتأينها فى الماء وما تحمله من شحنات، فالنشا والجليكوجين المكونة من جلوكوز فقط تكون فى الماء حبيبات صغيرة micelles تحمل شحنات سالبة حيث أن مجاميع الهيدروكسيل تظهر خصائص الحامض الضعيف الذى يتحلل بسرعة (Stroev ١٩٨٩).

أما عديدات السكريات التى تحتوى على حامض uronic تظهر خصائص الحاض القوى وتذوب فى الماء وتحمل شحنة سالبة أقوى من تلك التى على النشا أو الجليكوجين.

وتكون عديدات السكريات مع الماء محاليل غروية لزجة مكونة جل gelation وخصوصًا عديدات السكريات الحامضية.

وتكون عديدات السكريات إما داخل الخلايا مثل الجليكوجين مخزنة لحين الاستخدام أو خارج الخلية مثل حامض هيالورنيك أو كوندريتن سلفات,

١- عديدات السكريات المتجانسة:

- النشا: Starch ويتكون من وحدات الجلوكوز (أشكال ٢-٥،٦،٧) وهو الصورة التى تختزن فيها الكربوهيدرات فى البذور وبعض جذور النبات، ويوجد النشا فى صورة حبيبات تختلف فى الشكل والحجم باختلاف النباتات وعادة يحتوى النشا على نوعين من عديدات السكريات، يتكون النوع الأول من سلاسل غير متفرعة من الجلوكوز ويسمى الأميلوز Amylose وترتبط وحدات الجلوكوز برابطة الفاجلوكسيدية بين ذرتى الكربون (١-٤) وعادة يوجد بنسبة ١٥- ٢٠٪ من النشا ويكون لونًا أزرقًا مع اليود. أما النوع الثانى فيتكون من سلاسل متفرعة من الجلوكوز ويسمى الأميلوبكتين Amylopectin، وفيه ترتبط وحدات الجلوكوز بروابط ألفا جلوكوسيدية (١-٤) وعند التفرع رابطة (١-٦) ويكون لونًا (بنى محمر) مع اليود، ويوجد بنسبة ٨٠- ٨٥٪ من النشا، وهناك بعض الحبوب التى تحتوى على نشا الأميلكوبكتين فقط وتسمى الحبوب الشمعية Waxy grains والنشا لا يذوب فى الماء ولكن بالحرارة يمكن أن يكون محلول من النشا قد يصبح بالتبريد جيلى gelly.

وعند امتصاص حبيبات النشا للماء وانتفاخها نتيجة لتسخين النشا فى الماء يغلظ المحلول وتعرف هذه بعملية الجلتنة Gelatinization.

ويتحلل النشا داخل الجسم نتيجة عملية الهضم إلى دكسترين ثم إلى مالتوز ثم إلى جلوكوز.

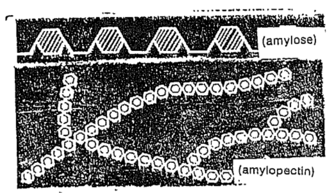
ونتيجة لإختلاف النشا الموجود فى النباتات المختلفة وفى الصفات الفيزيقية والكيمائية يفضل تحديد نوعه فيقال نشا الذرة أو نشا الأرز أو نشا البطاطس وهكذا.

وللنشا أهمية اقتصادية كبيرة فى تغذية الإنسان والحيوان. وفى الصناعات المتنوعة حيث يستخدم فى صناعة المنسوجات وفى صناعة الورق وفى الطب ومستحضرات التجميل وفى الصناعات الغذائية.

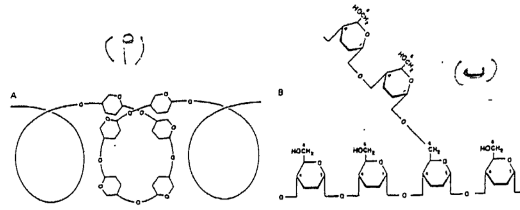
$$-O-\left[\text{glucose}-O-\text{glucose}\right]_n-O-$$

Starch
(n units of glucose)

شكل (٢-٥) النشا
(وحدات من الجلوكوز)



شكل (٢-٦) النشا
(سلاسل الاميلوز والاميلوبكتين)



Structure of starch *A:* Amylose, showing helical coil structure *B:* Amylopectin showing 1 → 6 branch point

شكل (٢-٧) النشا

أ- سلاسل الأميلوز ملفوفة فى شكل حلزونى

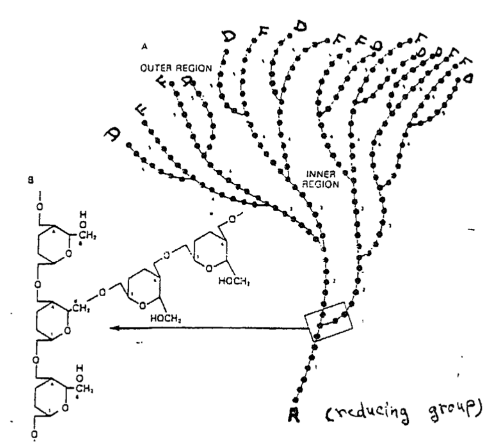
ب- سلاسل الأميلوبكتين المتفرعه

- **الجليكوجين glycogen**: ويطلق عليه النشا الحيوانى وأول مـن توصـل إلى وجوده Claude Bernard سنة ١٨٠٦ الذى اكتشف العلاقة بـين جليكوجـين الكبـد ومستوى الجلوكـوز فـى الـدم، ثـم أثبـت Volt أن السـكريات الأحادية تتحـول إلى جليكوجين فى الكبد، وكمية الجليكوجين فى الجسم بسيطة حوالى ٣٧٠ جـم يوجـد منهـا حـوالى ١٠٨ جـم فـى الكبـد Liver glycogen وحـوالى ٢٤٥ فـى العضـلات Muscle glycogen ويستعمل لمد العضلات بالطاقة اللازمة لانقباضها والباقى حـوالى ١٧جم فى سوائل الجسم.

وعادة يتكون الجليكوجين فى الكبد عند زيادة مسـتوى الجلوكـوز فـى الـدم عن المستوى الطبيعى بينمـا يتحـول جليكوجـين الكبـد إلى جلوكـوز عندمـا ينخفـض مستوى الجلوكوز فى الدم.

والجليكوجين يتكون من ٦٠٠٠ إلى ٣٠٠٠٠ وحدات جلوكوز فى سلاسل متفرعة وهو قابل الذوبان فى الماء.

والجليكوجين يشابه الأميلوبكتين فى التركيب إلا أنه أكثر تفرعًـا منـه ويصـل طول السلسلة ١٠- ١٤ وحدة جلوكوز بمتوسـط ٣-٤ وحـدات سـكر بـين أمـاكن التفريع ويختلف متوسط حجم جزئ الجليكوجين حسب مصدره وحسب حالة الفـرد ويصل متوسط الوزن الجزئ لجليكوجـين العضـلات إلى 10^{6} أمـا جـزئ جليكوجـين الكبد فهو أكبر إذ يصل الجزئ إلى 5×10^{6}. وعمومًا فإن جزئ الجليكوجـين يتغـير فى الفرد نظرًا لإضافة أو إزالة وحدات جلوكوز باستمرار (شكل ٢-٨) ويلاحظ أن جزئ الجليكوجين يحمل مجموعة مختزلة واحدة فى وسط الجزئى "R" وتوجد سلاسـل غير متفرعة "D" وسلاسل متفرعة "F".



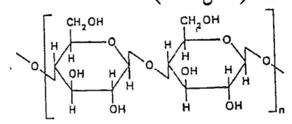
. The glycogen molecule. *A:* General structure. *B:* Enlargement of structure at a branch point. The numbers in *A* refer to equivalent stages in the growth of the macromolecule. R, primary glucose residue, which is the only glucose residue in the structure shown that contains a free reducing group on C_1. The branching is more variable than shown, the ratio of 1 → 4 to 1 → 6 bonds being from 10 to 18.

شكل (٢–٨) تفرع جزئ الجليكوجين

–الدكسترين: وبوجد بكثرة فى البذور أثناء الإنبات، ويوجد فى جسم الإنسان كخطوة وسطية أثناء هضم النشا. كما يوجد بكثرة فى الأغذية والحبوب عند تعرضها للحرارة الجافة نتيجة تحول النشا على السطح إلى دكسترين. وهو أكثر ذوبانًا من النشا فى الماء ولكن قوة الرابطة بين الحبيبات أقل فلا يعطى قوامه غليظًا مثل النشا.

–السليلوز Celluloes: يوجد السليلوز فى جدار الخلايا النباتية فهو يعطى صلابة للنبات، وحيث أنه المكون الأساسى فى جدار الخلايا النباتية ولذا فهو أكثر المواد انتشارًا فى النبات ويتكون جزئ السليلوز من عدد كبير من وحدات الجلوكوز

مرتبطة بروابط بتاجلوكوسيديه (١-٤) وهى الرابطة التى لا يمكن للإنسان تحليلها لغياب الإنزيم اللازم، ولهذا لا يعتبر السليلوز مصدرًا لطاقة الفرد. عادة يشار إليه فى وجبه الفرد بالألياف Fibers (شكل ٢-٩).



شكل (٢-٩) السليلوز (وحدات من الجلوكوز)

وتوجد سلاسل السليلوز متجاورة ومتلاصقة بطريقة عكسية مما يسمح بوجود روابط هيدروجينية وهذا يعطة قوة ومتانة علاوة على جعل السلاسل مرتبة فى صورة لويفات ذات صفات بلورية فى بعض أحرفها.

وإذا كان يشار إلى السليلوز فى وجبة الفرد بالألياف Fibers إلا أن Trowell وآخرون "١٩٧٦" وSouthgate (١٩٧٦) أشاروا بأن ألياف الغذاء تحتوى على مواد أخرى مع السليلوز حيث تتكون ألياف الوجبة الغذائية من مواد كربوهيدراتية عبارة عن سكريات عديدة غير نشوية non- starchy ومواد أخرى غير كربوهيدراتية ومركبات عضوية وكلها غير قابلة للهضم بواسطة إنزيمات الجهاز الهضمى للإنسان. وحسب تقسيم Selvendran [1] (١٩٨٥) فإن إلياف الغذاء تتكون من أربعة مجموعات حسب تركيبها الكيمائى هى:

١- سكريات عديدة: سليلوز وهيموسليلوز وبكتين.

٢- جليكوبروتين glycoprotein.

٣- لجنين Legnin وفينولات عديدة Polyphenolics واسترفينولات Phenolic esters.

٤- مركبات ليبدية Lipid complexes شموع Waxes وكيوتين Cutin وسوبرين Suberin.

---

[1] in Spallholtz, 1989.

ومن جهة أخرى تذكر Spallhoz (١٩٨٩) أن الألياف المرجودة فى غذاء الإنسان تتكون من أربعة مجموعات رئيسية هى:

١- سليلوز Cellulose وهو جليكوسيدات لعديدات سكريات متجانسة ذات رابطة بتا (١-٤) homopolyglycan B-(1-4) glycosides. والسليلوز غير قابل للهضم بواسطة الإنسان ويمتص الماء وقابل للتخمر بدرجة متوسطة- وهو يساعد فى حركة الغذاء يزيد من حجم البراز ولذا يسهل فى عملية الإخراج- ويتحد السليلوز مع أحماض الصفراء bile acide ويزيد من إخراج نواتج ميتابوليزم الكولسترول ولذا فهو يخفض من كولسترول الدم.

٢- هيمسليلوز Hemicellulose وهو سلاسل من عديدات سكريات غير متجانسة ذات رابطة بتا (١-٤) وأساسًا يتكون من زيلوز Zylose ومانوز mannose وجالاكتوسيد galactoside كما يوجد سلاسل جانبية تتكون من سكر أرابينوز arabinose وحامض جلوكيورونيك glucuronic. والهيمسليوز يمكن أن يتخمر بدرجة متوسطة ويساعد فى الهضم ويمكن أن يتحد بدرجة خفيفة مع المعادن.

٣- البكتين Pectin وهو عديدات سكريات غير متجانسة Heteropolysaccharide ذات رابطة بتا (١-٤) ويتكون أساسًا من وحدات حامض يورونيك Uronic- حامض جالاكتويورونيك galactouronic acid وسلاسل جانبية تتكون من ميثيل حامض يورونيك methyl uronic acid. ويمكن للبكتين أن يكون جل gel فى وجود الحرارة ومحلول حامض مخفف وسكر.

والبكتين مادة قابضة يفيد فى علاج الإسهال antidiarrhetic وحيث أن البكتين قابل للذوبان ويكون محاليل لزجة وهذه تخفض من درجة امتصاص الدهون والسكريات فى جسم الإنسان.

ويمكن للبكتين أن يخفض من كولسترول الدم ويساعد فى إخراج الستيرويدات steroids. ويعتبر البكتين من العوامل التى تقلل وتحمى من الإصابة بأمراض القلب ومرض السكر Diabetes والسرطان وخصوصًا سرطان القولون (Carper ١٩٨٧).

ويوجد البكتين بكثرة فى الخضروات والفواكه.

٤- لجنين **Legnin**: وهو مادة غير كربوهيدراتية تكون الجزء الخشن فى النبات وهو مواد فينولية ومضادة للتأكسد **Antioxidant** وهى غير قابلة للهضم أو التخمر أو لأى تفاعل كيمائى. ويمكن أن يتحد مع أحماض الصفراء **bile acids** وبعض الكاتيونات **Cations** ويزيد من حجم البراز.

وتختلف نسبة هذه المواد فى جدار الخلية ويوضح جدولى (٢-٢) تركيب جدار الخلية و(٢-٣) نسبة الألياف فى بعض الأغذية.

جدول (٢-٢) تركيب جدار الخلية في بعض الأغذية على أساس وزن جاف

الأغذية	سليلوز ٪	هيموسليلوز	بكتين ٪	جليكوجين ٪	لجنين ومواد فينولية
حبوب	٣	٨٠	-	١٢	٥
منتجات حبوب	٣٥	٤٥	-	٥	١٥
خضروات	٤٠	٣٠	١٥	١٠	٥
فواكه	٣٥	١٠	٣٠	٥	٢٠

جدول (٢-٣) النسبة المئوية لألياف الغذاء فى بعض الأغذية

الأغذية	على أساس وزن جاف٪	الأغذية	على أساس وزن رطب ٪
دقيق كامل	١٠,٣	بطاطس	١,٨
دقيق أبيض	٣,٢	تفاح	١,٨
خبز كامل	٩,٩	جزر	٢,٢
ردة	٤٥,٠	كرنب	٢,٢
شعير	٧,١		
دقيق الشوفان	١٣,٥		
كورن فلاكس	٠,٧		
بسلة	١١,٦		

وتقسم الألياف بصفة عامة حسب قابليتها للذوبان فى الماء إلى قسمين، بالنسبة للقسم الأول وهو لا يذوب فى الماء البارد أو الساخن مثل السليلوز والهمى- سليلوز، وتتميز بأنها خشنة تحتاج إلى مضغ ولها تأثير ملين كما أنها تساعد على حركة الغذاء داخل القناة الهضمية ولذا فهى تمنع أو تقلل من حدوث حالات الإمساك ومن أمثلتها الأغلفة الخارجية للحبوب والدقيق الكامل ومنتجاته. كما توجد فى بعض الفواكه مثل الفراولة والخضروات مثل البسلة. أما القسم الثانى هو القابل للذوبان فى الماء مثل البكتين والصمغ وهذه تقلل من درجة الإصابة بمرض السكر وأمراض القلب حيث أنها تخفض من درجة امتصاص السكريات والدهون كما تعمل على خفض كولسترول الدم، وكذا فهى تقلل من درجة الإصابة فى بعض حالات السرطان مثل سرطان القولون وضغط الدم (Carper ١٩٨٧).

أهمية الألياف فى غذاء الإنسان:

Fiber importamce in human nutrition :

زاد الاهتمام بألياف الغذاء كوقاية من العديد من الأمراض فى الوقت الحالى وخصوصًا بعد نشرات الجراح الإنجليزى Dennis Burkrtt خلال السبعينيات من القرن العشرين وقد اهتم بها أيضًا المتخصصون فى التغذية والطب نظرًا لدورها فى حماية الفرد من العديد من المراض أو تقليل الإصابة منها مثل أمراض القولون المختلفة من إمساك constipation، الزائدة الدودية appendicitis، القرحة ulcers، سرطان cancer. كما أنه يمكن أن تحمى الفرد من بعض أمراض الميتابوليزم مثل السمنة obesity، مرض السكر heart diseases، ارتفاع الضغط hypertension حصوة المرارة gallstones، تسوس الأسنان dental caries.

وقد يرجع ذلك إلى حجمها وكميتها bulk أو إلى قدرتها على امتصاص الماء، أو اتحادهما بأحماض الصفراء أو سهولة الإخراج أو خفض نسبة المواد المسببة لحدوث طفرة mutation أو مواد سرطانية carcinogenic فى البراز. بالإضافة إلى ذلك فإن الألياف تزيد من شعور الفرد بالشبع satiety وإلى خفض نسبة الكثافة السعرية caloric density وهذا يساعد أيضًا فى خفض الوزن.

٢- عديدات السكريات غير المتجانسة Heteropolysaccharides:

أولاً: بروتيوجليكان Proteoglycan :

وهى التى كانت تعرف باسم ميوكوسكريات عديدة mucopolysaccharides واسمها مشتق من الكلمة اللاتينية mucus والتى تتميز باللزوجه.

والبرويتوجليكان مواد لزجة وترجع إليها لزوجة إفرازات الجسم المخاطية. وهى عبارة عن عديدات سكريات غير متجانسة متحدة مع بروتين وتصل نسبة الكربوهيدرات فى الجزئ إلى ٩٥٪، وتحتوى على سكريات أمينية وحامض يوررونيك، وهى مرتبطة ببعض الأنسجة مثل الكولاجين، والإلستين كما توجد فى العظام. وهى توجد فى كل نسيج من أنسجة الجسم خصوصًا الأغشية الخارجية للخلية ويتحد معا مكونة نسيجا دعاميا يتحد بعضها مع الكولاجين والبعض الآخر مع الإلستين. كما يتحد بعضها مع بعض البروتينات سريعة الإلتصاق Adhesive مثل بروتين فيبرونكتين Fibronectin واللامنين Laminin وهذا يعمل على التصاق الخلايا بالأغشية الخارجية.

والسكريات الموجودة فى البرويتوجليكان عديدة الانيونات Polyanions ولذا فإن البروتيوجليكان تتحد مع الكايتونات Carions مثل الصوديوم Na والبوتاسيوم k وهذه الخاصية تجذب الماء بواسطة الضغط الأسموزى مسببة إنتفاخها.

كما أن البرويتوجليكانات يمكنها أن تكون جل gel حتى فى تركيزات منخفضة. هذه الخاصية مع طبيعة السلاسل الجانبية للسكريات الموجودة بها فإنها تكون ما يشبه بالمصفاه ولذا فهى تحدد وصول الجزئيات الكبيرة Macromolecules إلى أغشية الخلية الداخلية ولكن تسمح للجزئيات الصغيرة بالنفاذ الحر Free diffusion (Murry وآخرون ١٩٩٣).

ومن مركبات البروتيوجليكان:

- حامض هيالورنيك Hyaluronic ويحتوى على جلوكوزامين glucoseamine وحامض جلوكيوررونيك glucuronic acid ومحاليلها لزجة، لذا فهى تساعد فى تزييت المفاصل فى جسم الإنسان، وهى عبارة عن سلسلة، وتوجد فى

شكل شبكه ولذا فهى تمنع الميكروبات من دخول أى جزء أو جسم وإذا تحللت الرابطة الجليكوسيدية فإن الشبكة تتحلل وهذا يمكن الميكروبات أن تدخل بين الخلايا ويتراكم الماء الخارجى extracellular الذى يحجز بواسطة باقى الشبكه الذى لم يتحلل. وعادة يحتوى الميكروب على إنزيم Hyaluronidase ويفرز فى المسافات بين الخلايا ويزيد من نفاذ الماء بين الخلايا.

ويوجد حامض هيالورونيك فى الجلد وفى الجسم الزجاجى للعين وفى الحبل السرى للجنين، الغضاريف، وفى السوائل اللزجة للمفاصل كما سبق وعادة يوجد هذا الحامض مرتبطًا مع البروتين وتختلف نسبة هذا البروتين من ٢٪ فى سوائل المفاصل إلى ٢٠ - ٣٠٪ فى الجلد.

- كوندريتين سلفات Chondroitin Sulfate وهى مركبات حامض الكبريتيك مع السكريات العديدة وهى مركبات لزجة تتميز بقدرتها على الإتحاد بالماء وهى مثل حامض هيالورونيك وتوجد فى الأنسجة الضامة ومنها كوندريتين سلفات أ Chondroitin Sulfate A ويوجد فى قرنية العين cornea وفى الغضاريف cartilage وكوندريتين سلفات ب Chondroitin Sulfate B ويوجد فى الأورطى والأوعية الدموية وصمامات القلب والقصبة الهوائية، والغضاريف، ونسيج العظام.

- درماتان سلفات Dermatan salfate ويوجد فى الأورطى ويتميز بأنه له خاصية منع تجلط الدم وتركيبه يشابه تركيب كوندريتين سلفات.

-كيراتان سلفات Keratan sulfate ويوجد فى العين ويكون مع مركب كوندريتين سلفات مادة قرنية العين وتتوقف درجة الشفافية transparency على هذه المواد وهى تحتوى على جلوكوز أمين وجالاكتوز أمين وأحماض أمينية ويبدو أن كراتان سلفات مرتبطة مع مركبات الدم ويتحلل بمعظم الانزيمات إلى تحلله وعندما تزال مجموعة السلفات فإن مركب الكراتان يتحد مع الأجسام المضادة.

- هيبارين Heparin وهيباران سلفان Heparan sulfate وهى المواد المانعة لتجلط الدم وتحتوى على جلوكوز أمين وتوجد فى الكبد وبعض الأنسجة وهى لا تدخل فى تركيب المواد الموجودة خارج الخلية وهى تتكون وتفرز بواسطة بعض خلايا النسيج الضام وعندما تتحلل هذه الخلايا فتخرج هذه المواد إلى خارج الخلايا

والأوعية الدموية، ويرتبط الهيبارين مع البروتين، ويعمل الهيبارين مع مركبات الجليكوبروتين فى الدم على منع تجلط الدم. أما عمل الهيبارين مع إنزيم lipoprotein lipase هو تحليل دهون الدم إلى كيلوميكرون Chylomicrons، وهذا يؤثر على محتوى الدم من الدهون.

ثانيًا: جليكوليبيدات Glycolipids:

الجليكولبيدات عبارة عن لبيدات محتوية على كربوهيدرات وتوجد فى الخلية العصبية وهى مهمة لنقل النبضات العصبية والكهربية ومنها:

- سربروسيدات Cerebrosides:

كان أول إستخراجها من المخيخ cerebrum ومنها استحدث اسمها وهى مركبات دهنية محتوية على سكر أحادى عادة يكون جالاكتوز أو نادرًا جلوكوز كما تحتوى على أحماض دهنية منها cerebronic، nervonic وتوجد فى الجهاز العصبى للإنسان فى المخ وغمد الأعصاب وبعض الأنسجة الأخرى.

- سلفوليبدات Sulpholipids وهى مشتقات سربوسيدات الكبريتية- وتضاف مجموعة السلفات إلى مجموعة الهسيدروكسيل الثالثة من الجالاكتوز. وهى حامضية وتتحد بسهولة مع الكاتيونات Cations وهى تقوم بنقل الكاتيونات عبر جدار الخلية العصبية والألياف. ولذا فهذه المواد مهمة للنشاط الكهربى للجهاز العصبى.

- جانجليوسيدات Gangliosides: وهى مركبات دهنية ومحتوية على أوليجو سكريات مكونة من جالاكتوز أو جلوكوز وهى مرتبطة بالسربوسيدات وتوجد فى الأنسجة العصبية وفى الطحال Spleen وكرات الدم الحمراء وفى جدر بعض الخلايا وقد يكون لها دور فى انتقال الأيونات.

ثالثًا: جليكوبروتينات Glycoproteins :

وهى بروتينات محتوية على كربوهيدرات بنسبة أقل من ٤٪ وقد تصل نسبة البروتين فى هذه المركبات إلى ٨٠- ٩٠٪. وإن كانت نسبة الكربوهيدرات منخفضة إلا أنها تعمل كعلامة للتعرف على البروتين والاتصال به Recognition بواسطة مستقبل على مركبات أخرى أو على سطح الخلية.

وعادة توجد الجليكوليبيدات خارج الخلية معلقة فى السوائل. وتوجد بكثرة فى الدم.

وتقوم الجليكوبروتينات بعدة وظائف مختلفة فى الجسم مثل نقل المواد غير المحبة للماء hydrophobic وأيضًا نقل أيونات المعادن مثل Ceruloplasmin لنقل النحاس، transferrin لنقل الحديد، كما أن Prothrombin و Fibrinogen من بروتينات تجلط الدم كما تدخل هذه البروتينات فى تكوين مناعة الجسم مثل بروتين Immunoglobulins.

كما تتضمن الجليكوبروتينات مجموعة من الإنزيمات مثل Cholinesterase وribonuclease ومجموعة من الهرمونات مثل gonadotropins و corticotropins.

وتعطى الجليكوبروتينات الموجودة على سطح الخلية صفات متخصصة specificity عند نقطة اتصال الخلايا وهذه الصفات المتخصصة تكسب الأنسجة تمايزا بعضها عن بعض (tissue differentiation).

وللجليكوبروتينات دور فى تكوين الأجسام المضادة التى يتحدد نوعها بواسطة تركيب سلاسل عديدات السكريات.

ومن السكريات العديدة الأخرى التى توجد فى الأغذية:

-الإنيولين Inulin ويتكون من ٤٠ وحدة من الفركتوز ووحدة واحدة من الجلوكوز وتوجد فى بعض النباتات مثل الخرشوف Artichokes والداليا Dalia وهذه المادة يستعملها الأطباء الآن فى بعض الاختبارات الكلوية.

- البكتين pectin وتوجد هذه المادة فى الفواكه والنباتات وتتحول إلى جيلى فى وجود الحرارة ومحلول حامض مخفف وسكر. وتوجد فى الفواكه والخضروات ولها دور فى تقليل والحماية من البدانة ومرض السكر وأمراض القلب والسرطان كما سبق.

- سكريات الأعشاب البحرية seaweed polysccharides مثل الآجار agar (ويحتوى على جالاكتوز) الذى يستعمله البكتريولوجيون كما يستعمله اليابانيون فى الغذاء ونظرًا لأنها تكون جيلى لذا تضيفه معامل تصنيع الأغذية إلى صناعاتها.

- كيتين Chitin يكون الغلاف الخارجى للحشرات والقشريات كما يوجد فى عيش الغراب mushrooms وبعض الفطريات الأخرى.

وظيفة الكربوهيدرات:

تعتبر الكربوهيدرات -كما سبق ذكره- المصدر الرئيسى الاقتصادى للطاقة فى غذاء الإنسان فى العالم، إذ تمد الفرد بأكثر من ٧٠٪ من الطاقة اللازمة له، ويعطى الجرام الواحد من الكربوهيدرات ٤ سعرات عند احتراقه فى جسم الإنسان، كما يقوم الجليكوجين بإمداد الجسم بالطاقة، وفى حالة نقص الأغذية التى تمد الجسم بالطاقة فى الغذاء عن اللازم فيقوم الإنسان باستخدام الجليكوجين المختزن فى الكبد كمصدر سريع للطاقة.

وللكربوهيدرات دور فى ميتابوليزم الدهون فهى تعمل على اكتمال احتراقها فى جسم الإنسان، وتكون ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، مع انطلاق الطاقة، أما فى حالة وجود كمية غير كافية من الكربوهيدرات، فلا يتم إحتراق الدهون وتتكون نواتج وسطية حامضية التأثير مثل الكيتونات كالأسيتون مما يؤدى إلى ارتفاع حموضة الدم، وتسمى هذه الحالة Ketosis وهذه الظاهرة تصاحب مرض السكر Diabetes Mellitus كما تظهر فى حالة الجوع الشديد حينما يحترق دهن الجسم نفسه. وإذا أرتفعت كثيرًا تسمى acidosis كما سيأتى ذكره.

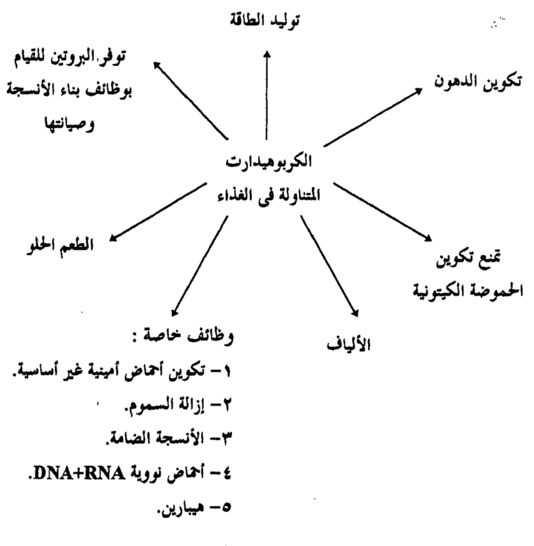
وتوفر الكربوهيدرات البروتين للقيام بوظيفة البناء بدلاً من استعمال البروتين فى توليد الطاقة لأن البروتين مصدر غير اقتصادى للطاقة فى الجسم، ويستعمل البروتين فى توليد الطاقة عند نقص الكربوهيدرات فى الغذاء، ذلك لأن احتياج الفرد للطاقة يجب أن يسد أولاً كما سبق ذكره، علاوة على ذلك فإن استعمال البروتين لتوليد الطاقة يؤدى إلى تكوين مركبات نيتروجينية بجانب الطاقة وبخار الماء وثانى أكسيد الكربون. وهذه المركبات النتيروجينية يجب التخلص منها عن طريق الكلى، بعكس الكربوهيدرات فإن احتراقها يؤدى إلى تكوين بخار الماء وثانى أكسيد كربون بجانب الطاقة، مما يسهل التخلص منها عن طريق الرئتين.

وللكربوهيدرات دور فى تنشيط حركة القناة الهضمية مثل السليلوز ويعمل

كمادة مالئة ولا يعتبر السليلوز مصدرًا للطاقة فى غذاء الإنسان كما سبق الإشارة إليه حيث أنه ينقص جسم الإنسان الإنزيمات اللازمة لتحليل السليلوز وللسليلوز القدرة على امتصاص الماء. وهذا يساعد على حركة الغذاء داخل القناة الهضمية. علاوة على أن للسليلوز تأثير على هضم وامتصاص الغذاء مما يعمل على تنظيم انطلاق الطاقة. وعلى هذا فالأغذية الغنية فى محتواها من السليلوز تعمل على تحسين مستوى جلوكوز الدم عند مرضى السكر (إيزيس نوار وآخرون ١٩٩٦) علاوة على ذلك فإن الأغذية الغنية بالألياف تعمل على خفض كولسترول الدم (Carper ١٩٨٧) وتقى الجسم من الأمراض المختلفة كالسكر، وأمراض القلب والسرطان كما سبق ذكره.

ووجود السليلوز فى الغذاء يتطلب زيادة مضع الطعام حيث أن السليلوز يزيد من صلابة الأغذية وخصوصًا الطازجة وبمعاملة الغذاء بالحرارة تقل هذه الصلابة مع زيادة اللزوجة مما يعمل على التصاق الغذاء وزيادة الحاجة لمضغه وتعمل عملية مضغ الغذاء على زيادة إفراز اللعاب الذى يعمل على تنظيف الأسنان واللثة كما يساعد على بلع الغذاء كما أن المضغ يزيد من شعور الفرد بالشبع.

عندما تذوب بعض الكربوهيدرات فى الماء مثل البكتين فإنها تكون محاليل لزجة هذه تشجع حركة الغذاء داخل الأمعاء. كما أظهرت الدراسات على الحيوان (Stroev ١٩٨٥) أن هذه المواد الداخلة فى تكوين ألياف الغذاء والتى تسبب لزوجة الوسط مثل البكتين لها تأثير واضح على الدهون الموجودة فى الدم والكبد وخصوصا على الكولسترول كما سبق ذكره والشكل (٢-٩) يوضح وظائف الكربوهيدرات.



شكل (٢-٩) وظائف الكربوهيدرات

وتعمل الكربوهيدرات كمصدر للطاقة بالنسبة للكائنات الدقيقة فى الأمعاء وهذه الكائنات تكون فيتامينات مثل بعض فيتامينات "B"، كذلك فإن للكربوهيدرات وظيفة دعامية حيث تدخل فى تركيب الأجزاء الغضروفية والأنسجة الضامة مثل الجلوكوزامين والجالاكتوزامين، كما تعمل الكربوهيدرات مثل حامض glucuronic على تخليص الجسم من بعض السموم وتحولها إلى صورة غير ضارة ويسهل التخلص منها، وهذا الحامض أيضًا يساعد على تنظيم ميتابوليزم بعض الهرمونات ويحمى الجسم من زيادة بعض الهرمونات.

يعمل وجود الجليكوجين فـى الكبـد علـى زيـادة قدرتـه علـى مقاومـة المـواد الضارة أكثر من الكبد الخالى مـن الجليكوجين نتيجـة الجـوع أو المـرض كمـا تدخـل الكربوهيدات (جلوكوزامين) فى تكوين مادة الهيبارين وهى المادة المانعة لتجلط الـدم ويعتمد الجهاز العصبى على الجلوكوز فى توليد الطاقـة اللازمـة لاستمرار عمـل هـذا الجهاز.

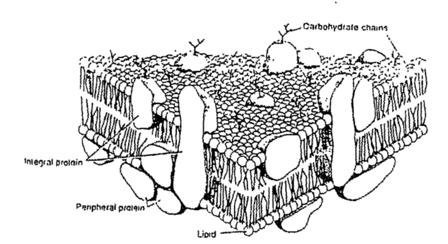
وتدخل الكربوهيدرات فى تكوين جدار الخلية -جليكوكاليس **glycocalyse** بنسبة ٥٪ فى صورة جليكوبروتينات وجليكولبيدات ويتجه الجزء الكربوهيـدرات إلى خارج الخلية كما فى شكل (٢-١٠).

كما يوجد طبقة من بروتيو جليكان **Proteoglycan** مرتبطـة ارتباطًا ضعيفًـا على سطح الخلية فى طبقة **glycocalyse** وهذه تقـوم بعـدة وظـائف منهـا أنهـا تحمـل شحنة سالبة وعلـى هـذا فيكـون سـطح الخليـة مشـحونًا بشـحنه سـالبة فتتنـافر منهـا المركبات الأخرى السالبة.

- تتصل طبقة **glycocalyse** للخلية بمثيلتها فـى الخلايـا المجـاورة وهـذا يعمـل على اتصال الخلايا معًا.

- تقوم بعض الكربوهيدرات بالعمل كمواد مستقبلة ترتبط بالهرمونـات مثـل الأنسولين وهذا يثير أنشطة الخلية ويحفز الإنزيمات.

- تدخل بعض هذه الكربوهيدرات فى تفاعلات المناعة حيث يوجد فى الـدم مركبات من عديدات السكر مثل ليسوزيم **Lysozyme ((mucolytic polysaccharide)** وهو يهاجم البكتريا ويسبب تلفها (**Murry** وآخرون ١٩٩٣)



The fluid mosaic model of membrane structure. The membrane consists of a bimolecular lipid layer with proteins inserted in it or bound to the cytoplasmic surface. Integral membrane proteins are firmly embedded in the lipid layers. Some of these proteins completely span the bilayer and are called transmembrane proteins, while others are embedded in either the outer or inner leaflet of the lipid bilayer. Loosely bound to the outer or inner surface of the membrane are the peripheral proteins. Many of the proteins and lipids have externally exposed oligosaccharide chains.

شكل (٢-١٠)

تركيب جدار الخلية

علاوة على ما سبق فإن لبعض الكربوهيدرات طعم حلو ولذا فإن السكر مادة أساسية فى عمل الحلوى وبعض المخبوزات كما أنها تكون مواد ذات رائحة ونكهة وطعم مميزين.

ويمكن تلخيص وظائف الكربوهيدرات فى ستة أقسام كما يلى:

- مولدة للطاقة Energetic من الكربوهيدرات المخزنة وهى الجليكوجين.
- دعامية Supportive وتشمل المركبات الدعامية مثل كوندريتن سلفات فى أنسجة العظام والسليلوز فى النبات.
- وقائية Protective وهى وظيفة عديات السكريات غير المتجانسة الحامضية مخاطية لزجة وهى مواد تشحيم Lubricating بيولوجيه على سطح الخلايا والأوعية الدموية والقناة الهضمية وغيرها من الأجهزة وكذلك المادة المخاطية فى الأنف والقصبة الهوائية وبين المفاصل وذلك لحمايتها من أى تلف ميكانيكى كما أنها تحمى الأجهزة الداخلية من أى احتكاك.
- بنائية Colligative أو Structural مثل عديدات السكريات غير المتجانسة حيث تدخل فى بناء بعض المواد خارج الخلايا كما أنها تعمل كمادة لاحمة أسمنتية مثل حامض هيالورونيك.
- تنظيمية. تنظيم الاسموزيه والأيونات Hydroosmotic anion- regulating مثل عديدات السكريات غير المتجانسة الحامضية مثل حامض هيالورونيك فهى محبة للماء بدرجة مرتفعة وتحمل شحنات سالبة يمكنها الاحتفاظ بكمية كبيرة من الماء الموجود خارج الخلية وأيضًا بالكاتيونات ولذا فهى تنظم الضغط الأسموزى خارج الخلية وهذا يمنع تراكم الماء خارج الخلية.
- عوامل مرافقة Cofactor مثل الهيبارين وهيبارات سلفات التى تظهر نشاطها كمساعد إنزيم. وهذه تتحد مع البروتين لتكون مركبات نشطة. ولهذا فإن الهيبارين يمنع أو يقلل تجلط الدم، (antilipemic) عن طريق تشجيع تحللها.

مصادر الكربوهيدرات فى غذاء الإنسان:

تعتبر السكريات والحبوب والبقول والفواكه المجففة من المصادر الغنية بالكربوهيدرات ومن الأغذية المصنعة والغنية بالكربوهيدرات المكرونة والمربى والجيلى

والخبز والكعك واللبن المجفف أما الفواكه والخضروات الطازجة ففيها كميات بسيطة من الكربوهيدرات باستثناء البطاطس والبطاطا والموز والبح (جدول ٢-٤).

ويعتبر البيض والسمك والدواجن واللحم والجبن واللبن الطازج من الأغذية الفقيرة بالكربوهيدرات أما الدهون الحيوانية والنباتية فلا يوجد بها كربوهيدرات.

وبالنسبة للألياف فتعتبر الردة والحبوب الكاملة ومنتجاتها والخضروات والفواكه الطازجة من أحسن مصادر الألياف (جدول ٢-٥).

جدول (٢-٤) النسبة المئوية للكربوهيدرات فى بعض الأغذية

نسبة الكربوهيدرات	الأغذية
٩١٪-١٠٠٪	السكر
٨١٪- ٩٠٪	العسل- والزبد المستخلص من الفول السودانى والبسكويت
٧١٪- ٨٠٪	المربى والجيلى والفواكه المجففة
٦١٪- ٧٠٪	الخبز والكعك والخبز الأبيض
٥١٪- ٦٠٪	شرائح البطاطس المحمرة والخبز الكامل (من الدقيق الكامل).
٤١٪- ٥٠٪	البطاطا
٣١٪- ٤٠٪	الموز والمكرونة والأرز.
٢١٪- ٣٠٪	الذرة والعنب والبازلاء.
١١٪- ١٠٪	الكبد البقرى والزبد والبيض واللبن.
صفر- ١٠٪	البرتقال والبطيخ والجزر والطماطم.
صفر٪	اللحوم والدواجن والزيت والسالمون.

جدول (٢-٥) محتوى بعض الأغذية من الألياف[*]

الفاكهة	الحجم	الوزن بالجرام	الألياف بالجرام
تفاح	متوسط	١٤١	٢,٥٥
موز	واحدة	١٠٠	٢,٥٥
جريب فروت	نصف فنجان	١٢٠	٠,٥٣
جوافه (محفوظة)	واحد متوسط	١٠٠	٣,٦٤
يوسفى - برتقال محفوظ	نصف فنجان	١٠٠	٠,٢٩
خوخ	واحدة متوسطة	١٠٠	٢,٢٨
كمثرى	نصف متوسطة	٨٧	١,١٢
فراولة	عشر وحدات	١٠٠	٢,١٢
خضروات ورقية			
كرنب	نصف فنجان	٧٠	٢,٠
كرنبيت	نصف فنجان	٦٣	١,١٣
خص	نصف فنجان	٥٥	٠,٨٤
بصل	واحدة	١٠٠	٢,١٠
بقول			
فول	ثلث فنجان	٨٥	٦,١٨
بسلة	نصف فنجان	٧٣	٥,٦٦
خضروات جذرية			
جزر	نصف فنجان	٧٥	١,١٨
بطاطس			
شرائح	واحدة	١٠٠	٣,٥١
شيبسى محمر	عشر قطع	٢٠	٠,٦٤
فلفل (ناضج)	نصف فنجان	٦٨	٠,٦٣
طماطم	واحدة صغيرة	١٠٠	١,٤٠
خبز			
أبيض	شريحة واحدة	٢٣	٠,٦٣
خبز كامل	شريحة واحدة	٣٥	١,٧٩
حبوب الإفطار			
ردة كاملة	٤/٣ فنجان	٤٢	١١,٢٠
كورن فليكس	٣/٤ فنجان	١٩	٢,٠٩

[*] Clara (١٩٨٤).

الحالة الغذائية للكربوهيدرات حول العالم:

تعتمد الدول النامية على الكربوهيدرات فى إمداد الجسم بحوالى ٧٨٪ أو أكثر من الطاقة بينما تصل هذه النسبة إلى حوالى ٥٧٪ فقط فى الدول النامية.

ونلاحظ أن معظم مصادر الكربوهيدرات فى البلاد الزراعية عبارة عن المواد النشوية المستمدة من الحبوب، أما فى البلاد الصناعية فالسكر يسهم بجزء كبير فى وجبات الفرد، ففى الولايات المتحدة الأمريكية كان متوسط نصيب الفرد ٢٥٨ رطلاً من الحبوب و٥٣ رطلاً من السكر والحلوى سنة ١٨٨٩ وتغير الحالة فى النصف الثانى من القرن العشرين فانخفض نصيب الفرد من الحبوب أصبح ١٤٦ رطلاً وزاد نصيب الفرد من السكر فأصبح ١١٥ رطلاً وقد حدث نفس التغيير فى المملكة المتحدة (بريطانيا) وإذا حل السكر محل النشا فى غذاء الإنسان فإنه يغير من مستوى الليبيدات فى الدم وقد يؤدى ذلك إلى رفع نسبة الإصابة بمرض القلب Atherosclerosis ومرض السكر diabetes وزيادة نسبة تسوس الأسنان.

ويقول Brown, Pike (١٩٨٤) أن زيادة نسبة ارتفاع مرض السكر بين الهنود المقيمين فى جنوب أفريقيا يرجع إلى زيادة استهلاكهم للسكر عن الهنود المقيميم فى الهند.

الكميات المقررة من الكربوهيدرات:

لا تعرف الكميات المقررة من الكربوهيدرات لسد حاجة جسم الإنسان، ولكن بالنسبة للشخص العادى أن يتناول ٥٠- ٦٠٪ من الطاقة المستمدة من المواد الكربوهيدراتية على ألا يزيد مقدار ما يتناوله من السكريات البسيطة عن ١٠٪ من الطاقة الكلية.

زيادة كمية المواد الكربوهيدراتية فى الغذاء عن حاجة الجسم تؤدى إلى تحويلها إلى دهون تخزن فى الجسم مما يؤدى إلى السمنة كذلك فإن تناول كميات كبيرة من السكر يؤدى إلى عسر الهضم واضطرابات فى الجهاز الهضمى كما أن زيادة كميات السكر فى الغذاء تتسبب فى إحداث نقص فى بعض العناصر الغذائية الأخرى، مثل فيتامين B_1 اللازم لإتمام عمليات ميتابوليزم الكربوهيدرات.

أما إذا نقصت المواد الكربوهيدراتية فى الغذاء فيضطر الجسم إلى استهلاك الدهون لتوليد الطاقة بدلاً منها، مما يؤدى إلى اضطرابات خطيرة. حيث أن الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للجهاز العصبى والمخ وإلا يصاب الفرد بغيبوبة السكر (Coma) كذلك قد يؤدى نقص المواد الكربوهيدراتية فى الغذاء إلى استهلاك البروتينات لتوليد الطاقة خاصة الأحماض الأمينية مما يؤدى إلى حرمان الجسم من بناء وتجديد أنسجته وخلاياه والتى هى الوظيفة الأساسية للبروتينات.

علاوة على أنه لا يتم أكسدة الدهون مما يؤدى إلى تكوين الأحسام الكيتونية بكميات غير طبيعية وهى أحسام تؤدى إلى زيادة حموضة الدم وقد تسبب الوفاة كما سبق ذكره.

ويعتبر نقص الكربوهيدرات فى الغذاء نادرًا ما يحدث. فقد يحدث فى المجاعات أو أثناء المرض وخاصة عند الإصابة بالحميات حيث يزداد احتياج الجسم من الطاقة.

وعمومًا يجب ألا تقل نسبة الطاقة المتولدة من المواد الكربوهيدراتية فى الغذاء اليومى للفرد عن ٢٠٪ من الطاقة الكلية.

الباب الثالث

الليبيدات

❖ ❖ ❖

Lipids

الليبيـــدات

مقدمة :

يطلق مصطلح الليبيدات على الدهون fats والزيوت oils وهى استرات أحماض دهنية، والزيوت هى الدهون السائلة فى درجة الحرارة العادية... والزيوت إما قابلة للهضم وتستعمل للتغذية مثل زيت الزيتون... أما الزيوت المعدنية فهى غير قابلة للهضم مثل زيت البارافين، وهناك الدهون والزيوت المرئية والتى يمكن قياسها مثل الزبدة والزيت، كما أنه توجد دهون غير مرئية وهى تنتشر فى الأغذية، ويصعب قياس الكمية الكلية للدهون فى الوجبات بدون التحليل الكيمائى لهذه الأطعمة.

والدهون الموجودة فى جسم الإنسان إما مخزنة فى أنسجة تخزين الدهون أو داخلة فى التركيب البنائى لخلايا الجسم، ولازال هذا التقسيم موجودًا إلى الآن.

وتوجد الليبيدات فى كثير من الأغذية المعروفة، ويرجع استعمال الدهون فى التغذية إلى عصور ما قبل التاريخ. والليبيدات منتشرة فى الطبيعة وتمتاز بعدم قابليتها للذوبان فى الماء، بينما تذوب فى الإيثير والكلوروفورم والبنزين.

وتتكون الليبيدات من كربون وإيدروجين وأكسجين، ويحتوى بعضها على فوسفور ونتروجين، ونسبة الكربون والهيدروجين إلى الأكسجين فى الدهون أعلى منها فى الكربوهيدرات. فمثلاً دهن اللحم المسمى تريستراين Tristearin به ١١٠ ذرة هيدروجين و٦ ذرات من أكسجين. بينما نسبة نفس العناصر السابقة فى جزىء الكربوهيدرات هى ٢ : ١ ولذا عند احتراق الدهون، فإنها تحتاج إلى أكسجين خارجى أكثر لتتحد مع كل ذرات الهيدروجين والأكسجين، فتنطلق كمية أكبر من الحرارة، وعلى هذا فإن احتراق جرام واحد من الدهون يعطى ٩ سعرات.

أقسام الليبيدات :

وتنقسم الليبيدات حسب تركيبها الكيمائى -كما قسمها بلور Bloor- إلى ثلاثة أقسام تشمل الليبيدات البسيطة، والليبيدات المركبة، والليبيدات المشتقة.

الليبيدات البسيطة Simple Lipids :

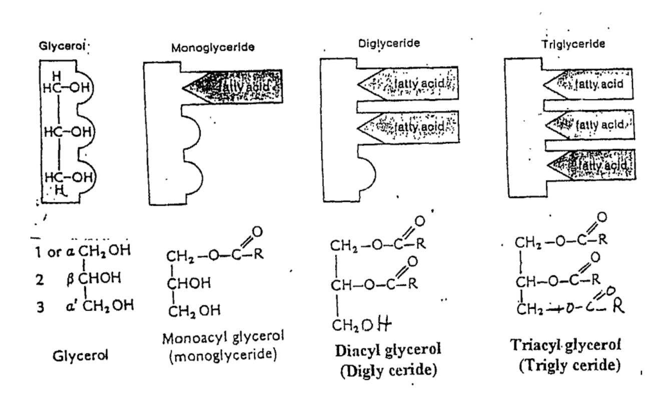
وهى استرات أحماض دهنية مع كحول، وتشمل:

أ- الدهون Neutral Fats   ب- الشموع Waxes   جـ- ديول ليبيدات .

أ ـ الدهون Neutral fats :

وتشمل الدهون والزيوت Fats & Oils وهى استرات أحماض دهنية مع جلسرول، وتسمى جلسريدات Glycerides (شكل ٣-١) ويتحد ثلاث أحماض دهنية متشابهة أو مختلفة مع الجلسرول مكونًا جلسريد ثلاثى Triglyceride، وتوجد الجلسريدات ثلاثية فى الدم بمعدل ١٤٢ ملليجرام/ ١٠٠ مل دم.

أما الجلسريدات الثنائية فهى التى يتحد فيها حامضان دهنيان مع الجلسرول وتعمل هذه الجلسريدات مع أيونات الكالسيوم ومركب فوسفاتيدل سيرين (سيأتى ذكره) على تحفيز إنزيم Protein C Kinase الذى يعمل على فسفرة عدد من بروتينات الخلية.



شكل (٣-١) الجليسرول والجلسريدات

والجلسريدات الثلاثية أكثر الليبيدات انتشارًا فى جسم الإنسان، وخصوصًا فى أنسجة تخزين الدهن Adipot tissues وتحت الجلد وحول الأعضاء الداخلية، وتطلق كلمة دهون على كل من الدهون الصلبة مثل دهون الحيوان والزبدة، وكذا

الدهون السائلة أى الزيوت. وتختلف الدهون فى الأنواع المختلفة وفى النوع الواحد، تختلف فى تركيبها فى أنسجة الجسم المختلفة، وعادة تختلف صفات الدهون باختلاف الأحماض الدهنية المتحدة مع الجلسرول من حيث طول السلسلة الهيدروكربونية للحامض ومن حيث درجة التشبع degree of saturation وتحتوى الدهون على نسبة أعلى من الأحماض الدهنية المشبعة Saturated fatty acids ونسبة أقل من الأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated fatty acids.

وتوجد الزيوت فى النباتات، وحيث أن الزيوت بها روابط غير مشبعة، فالمتوقع أنها سريعة التزنخ، ولكن يوجد بالزيوت مضادات للأكسدة antioxidants مثل فيتامين E التى تؤخر من أكسدة هذه الروابط.

ب - الشموع Waxes :

وهى إسترات أحماض دهنية مع كحول ذى وزن جزيئى عالٍ، وتضم إسترات ستيرولات Sterols مثل إسترات الكولسترول Cholesterol مع الأحماض الدهنية كما تضم إسترات غير ستيرولية Nonsterols مثل إسترات فيتامين (A) وفيتامين (D).

جـ - ديول الليبيدات البسيطة Simple diol lipids :

وهى إستر أحماض دهنية مع كحول قاعدى ثنائى المجموعة الكحولية. ويوجد أنواع مختلفة من ديول الليبيدات منها ديول ليبيدات أحادية الأسيل monoacyldiols وديول ليبيدات ثنائية الأسيل diacyldiols وفيها يرتبط حامض دهنى بالكحول إما برابطة إيثير ether bond (أ) أو بواسطة إستر ester bond (ب) كما فى شكل (٣-٢).

(أ)	(ب)
CH_2-O-CH_2-R | CH_2-O-CH_2-R'	$CH_2-O-C(=O)-R$ | $CH_2-O-C(=O)-R'$ H

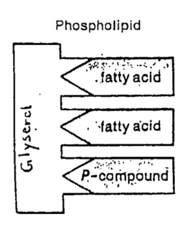
شكل (٣-٢) ديول الليبيدات

وقد عزل خليط من ديول الليبيدات بكميات ضئيلة من الأنسجة الحيوانية والنباتية. وقد لوحظ أن نسبة الليبيدات فى هذه المركبات تزيد عند زيادة النشاط الوظيفى functional activity للكائن الحى مثلاً فى مرحلة تجديد الخلية cell regeneration وفى النبات أثناء نضج البذور.

الليبيدات المركبة Compound Lipids :

وهى إسترات أحماض دهنية مع كحولات ومواد أخرى تشمل :

١ - فوسفوليبيدات Phospholipids (شكل ٣-٣) وهى تلى الجلسريدات من حيث الانتشار فى جسم الإنسان وتتميز بوجود جزىء أرثوفوسفات Orthophosphate وغالبًا تحتوى على قاعدة نتروجينية.



شكل (٣-٣) الفوسفوليبيدات

وتوجد أنواع كثيرة منها معظمها فى أنسجة الجسم والدم، ونسبه بسيطة توجد فى أنسجة تخزين الدهن، والفوسفوليبيدات تدخل فى بناء جدار الخلايا ولها دور هام فى نقل الدهون فى جسم الإنسان، وتوجد فى بلازما الدم بمعدل ٢١٥ ملليجرام / ١٠٠ مل، وهى إسترات أحماض دهنية مع كحول إما جلسرول glycerol أو سفنجوسين sphingosine (يتميز بوجود N) أو ديول diol.

ومن الفوسفوليبيدات :

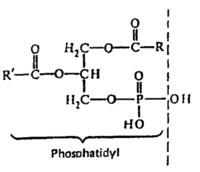
* حامض الفوسفاتيدك	phosphatidic acid
* فوسفاتيدل جلسرول	phosphatidyl glycerol
* فوسفاتيدل كولين	phosphatidylcholine

* فوسفاتيدل إيثانولامين phosphatidyl ethanolamine
* فوسفاتيدل إينوسيتول phosphatidyl inositol
* فوسفاتيدل سيرين phosphatidyl serine
* لايسو فوسفوليبيدات lysophospholipids
* بلازمالوجين plasmalogens
* سفنجومايلين Sphingomyelins

وتحتوى هذه الفوسولبيدات على جلسرول ويطلق عليها الفوسفوجلسريدات باستثناء السفنجومايلين الذى يحتوى على سفنجوسين، كما يمكن اعتبارها مشتقات حامض الفوسفاتيديك.

- حامض فوسفاتيديك Phosphatidic acid :

وهو مركب هام فى تخليق وميتابولزم الفوسفوجلسريدات، ولكن يوجد بكميات ضئيلة فى الأنسجة (شكل ٣-٤).

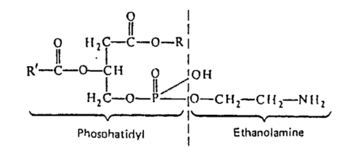


شكل (٣-٤) حامض الفوسفاتيديك Phosphatidic acid

- فوسفاتيدل إيثانولامين Phosphatidyl ethanolamine :

(سفالين) (Cephalin)

يوجد فى جدر الخلايا ويمثل ٢٠٪ من ليبيدات الجدار، كما يوجد فى كل الخلايا والأنسجة ويدخل فى تكوين ليبوبروتينات الدم (شكل ٣-٥).



شكل (٣–٥) فوسفاتيدل إيثانولامين Phosphatidylethanolamine

ـ فوسفاتيدل كولين Phosphatidylcholine :

(لسثين) (Lecithin)

وهو من أكثر الفوسفوليبيدات انتشارًا فى جدر الخلايا، وتحتوى على حوالى ٥٠٪ من ليبيدات جدر الخلايا، وهو مصدر هام كمجموعة المثيل CH_3 فى جسم الإنسان. والكولين من المركبات المهمة فى نقل النبضات العصبية، وهو مهم لتقليل الجذب السطحى للسوائل وعدم تجمعها وهذا مهم وخصوصًا فى الرئة. وغياب هذه الفوسفوليبيدات فى الطفل المبتسر تؤدى إلى متاعب تنفسية. وتدخل هذه الفوسفوليبيدات فى تكوين ليبوبروتينات الدم (شكل٣–٦).

Phosphatidyl —O—CH_2—CH_2—$N^+(CH_3)_3$

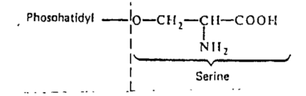
Choline

شكل (٣–٦) فوسفاتيدل كولين Phosphatidylcholine

ـ فوسفاتيدل سيرين Phosphatidylserine :

ويوجد فى أنسجة الجسم ويحتوى على الحامض الأمينى سيرين Serine (شكل ٣–٧). كما ظهر أن أحد هذه الأحماض الأمينية threonine، tyrosine أو hydroxyproline محل serine.

ويعمل هذا المركب مع جلسريد ثنائى وأيونات الكالسيوم على تحفيز Proterin Kinase C الذى يقوم بفسفرة عدد من بروتينات الخلية.

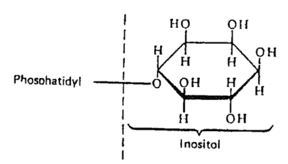


شكل (٣-٧) فوسفاتيدل سيرين Phosphatidylserine

- فوسفاتيديل إينوسيتول Phosphatidylinositol :

وهو موجود فى أنسجة الجسم (شكل ٣-٨) ويوجد منه ثلاث أنواع: النوع الأول به مجموعة فوسفات واحدة monophosphates متصلة بالإينوسيتول، والثانى به أكثر من مجموعة فوسفات polyphosphates متصلة بالإينوسيتول. ويقوم فوسفاتيدل إينوسيتول ثلاثى الفوسفات بتنظيم أيونات الكالسيوم فى عصارة الخلية. أما النوع الثالث: إينوسيتول المركب به مركبات أخرى إما أحماض أمينية أو سكريات أحادية متصلة بالإينوسيتول.

وتوجد هذه الفوسفوليبيدات فى المخ ولها دور هام فى نشاط المخ. ويعتبر فول الصويا من المصادر الغنية بهذه المواد، وكذلك بذور عباد الشمس، وبعض المكسرات.



شكل (٣-٨) فوسفاتيدل إينوسيول Phosphatidylinositol

- البلازمالوجينات Plasmalogens :

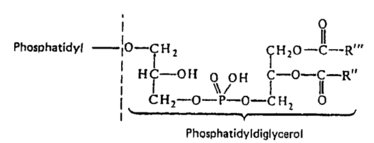
توجد فى أنسجة الجسم وتكون حوالى ٢٠٪ من مجموع الفوسفوليبيدات، كما تكون حوالى ١٠٪ من فوسفوليبيدات المخ والعضلات وفى نخاع العظام. (شكل ٣-٩).

$$\begin{array}{l} CH_2-O-CH=CH-R'' \\ R'-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH \\ CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{P}}(OH)-O-CH_2-CH_2-NH_2 \end{array}$$

شكل (٣-٩) البلازمالوجين Plasmalogens

ـ كارديوليبين Cardiolipin :

استخرج من قلب الحيوانات لأول مرة، ولهذا استمد اسمه من الكلمة اليونانية kardia وتعنى قلب، وlipos وتعنى دهن. ويوجد cardiolipin فى العديد من الأنسجة ويكون حوالى ٢,٥٪ من ليبيدات الخلية وهو مركب الفوسفوليبيدات الأساسى الموجود فى جدار الميتوكوندريا mitochondria (شكل ٣-١٠)



شكل (٣-١٠) كارديوليبين Cardiolipin

ـ لايسوفوسفوليبيدات Lysophospholipids :

وهو عبارة عن فوسفوجلسرول يحتوى على مجموعة أسيل acyl واحدة (شكل ٣-١١) وهو مهم فى الميتابوليزم وفى التحويل بين الفوسفوليبيدات.

$$\begin{array}{l} CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R \\ C\ \ -O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R \\ CH_2-O-\overset{O}{\overset{\|}{P}}(OH)-O-CH_2-CH_2-\overset{+}{N}(CH_3)_3 \end{array}$$

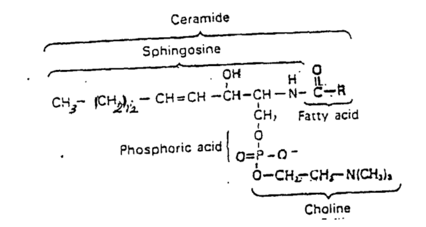
شكل (٣-١١) Lysoleothin

ـ ديول فوسفاتيد Diol phosphatides :

وهو مشتق من كحولات ذات قاعدتين dibase تكون مجموعة هيدروكسيل استر مع حامض دهنى، والثانية تتصل بمجموعة فوسفات قد تكون من الكولين. وهذه الفوسفوليبيدات يمكن أن تتصل بجدار الخلية محدثة فيه بعض تغيرات لها تأثير فى خفض الجذب السطحى للسوائل، ويلاحظ أنه إذا وجدت بكميات كبيرة قد تؤدى إلى تحلل كرات الدم الحمراء.

ـ سفنجوميلين Sphingomyelins :

يوجد بكميات كبيرة فى المخ والأنسجة العصبية وغمد الأعصاب. ويتكون من حامض دهنى وحامض فوسفوريك وكولين وكحول أمينى-سفنجوسين، ولا يحتوى على جلسرول (شكل ٣-١٢). واتحاد سفنجوميلين مع الحامض الدهنى يكون سيراميد ceramide. ويعمل سفنجوميلين كعازل كهربى فى غمد الأعصاب.



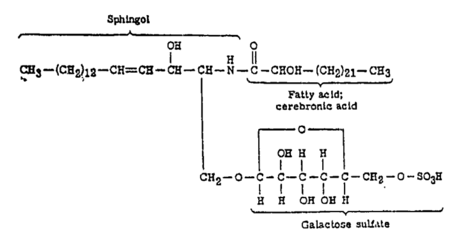
شكل (٣-١٢) سفنجوميلين A Sphingomyelin

٢ـ جليكوليبيدات Glycolipids :

وهى ليبيدات محتوية على كربوهيدرات كما سبق، ومنتشرة فى أنسجة الجسم وخصوصًا فى الجهاز العصبى. وهى توجد فى الطبقة الخارجية لجدار البلازما ليكون طبقة الكربوهيدرات الموجودة على السطح، ومنها :

أ ـ سربروسيدات Cerebrosides :

تحتوى على جزىء كربوهيدرات (جالاكتوز أو جلوكوز) وحامض دهنى ذى وزن جزيئى عالى - سفنجول Sphingol (سفنجوسن Sphingosine)، (شكل ٣-١٣) وتوجد عادة فى المخ، كما يوجد فى أنسجة أخرى.



شكل (٣-١٣) سربروسيد

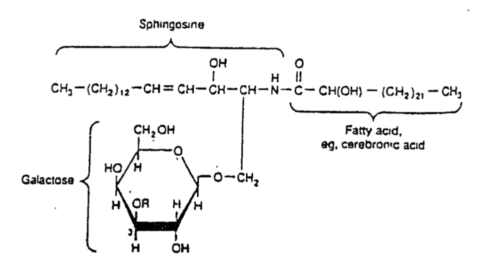
ب ـ جانجليوسيدات Gangliosides :

وهى مرتبطة بالسربروسيدات Cerebrosides وتوجد فى الأنسجة العصبية وفى خلايا قشرة المخ، كما توجد فى الطحال spleen وفى كرات الدم الحمراء وفى جدار بعض الخلايا، وقد يكون لها دور فى انتقال الأيونات.

وهى تحتوى على كحول سفنجوسين Sphingosine وحامض دهنى طويل السلسلة وأوليجوسكريات تتكون من هسكوز (جالاكتوز أو جلوكوز) وحامض نيرامينيك neuraminic acid وهو حامض أمينى عديد الايدروكسيل.

جـ ـ جليكوسفنجوليبيدات Glycosphingolipids :

وهى من الجليكوليبيدات المنتشرة فى الخلية وتحتوى على سيراميد ceramide وسكر واحد أو اثنين وأبسط هذه المركبات galactosylceramide (شكل ٣-١٤) وglucosyceramide. ويوجد المركب الأول فى المخ والأنسجة العصبية ويحتوى على حامض دهنى C_{24} (cerebronic acid) كما يمكن أن يتحول إلى sulfogalactosyl ceramide (sulfatide) ويوجد بنسبة كبيرة فى الميلين myelin ويعمل كعازل كهربى فى غمد الأعصاب.



Structure of galactosylceramide (galactocerebroside, R=H), and sulfogalactosylceramide (a sulfatide, R=SO_4^{2})

شكل (٣-١٤) جالاكتوسيل سيراميد

٣- مركبات الليبيد- بروتين Lipid-Protein :

ويوجد منها فى جسم الإنسان :

- **الليبوبروتينات Lipoprotein** : وهى ليبيدات متحدة مع بروتين، وتتكون الليبيدات من جلسريدات ثلاثية وكولسترول وفوسفوليبيدات. أما البروتين فهو جلوبيولين.

ومن هذه المركبات :

- **الليبوبروتينات الثقيلة** High-density lipoprotein (HDL) وهى ذات كثافة عالية وتحتوى على ألفا جلوبيولين بنسبة حوالى ٥٠٪ وتسمى ألفا ليبوبروتين كما تحتوى على نسبة منخفضة من الليبيدات من ٦-١٠٪ ومعظمها من الكولسترول والفوسفوليبيدات.

- **الليبوبروتينات الخفيفة** Low-Density Lipoprotein (LDL) وتحتوى على بتاليبوبروتين بنسبة تتراوح بين ٧-٢١٪، أما نسبة الدهون فتصل إلى ٥٠٪ وتحتوى على كولسترول وفوسفوليبيدات وجلسريدات ثلاثية.

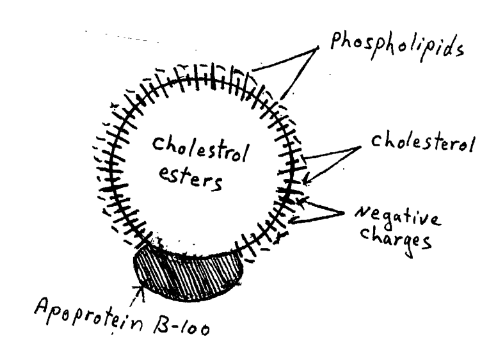
ـ الليبوبروتينات الخفيفة جدًا Very Low-Density (VLDL) Lipoprotein وتحتوى على نسبة كبيرة من الليبيدات معظمها عبارة عن جلسريدات ثلاثية وبها كولسترول وفوسفوليبيدات ونسبة من البروتين أقل من ٥٪.

ويضيف Guyton وHall (١٩٩٦) مجموعة أخرى من الليبوبروتينات ذات كثافة متوسطة بين الليبوبروتينات الخفيفة والخفيفة جدًا، وسميت:

ـ الليبوبروتينات الوسط Intermediate-Density (IDL) Lipoprotein أى أنها تقع بين الليبوبروتينات الخفيفة جدًا والليبوبروتينات الخفيفة. وبمقارنتها بالليبوبروتينات الخفيفة جدًا نجد أن بها نسبة أعلى من الكولسترول والفوسفوليبيدات ونسبة أقل من الجلسريدات الثلاثية.

وتوجد الجلسريدات الثلاثية واستر الكولسترول فى وسط مركب الليبوبروتين، وهذه مركبات غير متأينة ولا تحمل شحنات، أما فى الطبقة الخارجية فيوجد الفوسفوليبيدات والكولسترول والبروتين وهى تحيط الطبقة الداخلية وتحمل شحنات سالبة على سطح مركب الليبوبروتين، وهذا يساعد أن يكون المركب ذائبًا فى بلازما الدم (Stroev ١٩٨٩).

ويوضح شكل (٣-١٥) تركيب الليبوبروتينات الخفيفة LDL كما أوضحها Guyton وHall (١٩٩٦) ويوجد بها aproprotein B-100 ويوجد هذا البروتين أيضًا فى VLDL، IDL.



شكل (٣-١٥) تركيب الليبوبروتينات الخفيفة

أما الليبوبروتينات الثقيلة فإنها تحتوى على Apoprotein A-I أو Apoprotein AII بدلاً من Apoprotein B-100 الموجود فى الليبوبروتينات الخفيفة.

وتنتقل دهون الدم، ومنها الكولسترول، بواسطة الليبوبروتينات. وتشير Carper (١٩٨٧) إلى أن الكولسترول المنتقل مع الليبوبروتنيات الخفيفة يترسب على جدر الأوعية الدموية، مما يؤدى إلى صلابة الجدر وضيق الأوعية وانسدادها.

أما الليبوبروتينات الثقيلة، فإنها تحمل الكولسترول من الدم وتنقله إلى الكبد حيث يتم هدمه، وهذا يقلل من فرص إصابة الفرد بمراض القلب. وتزيد نسبة الليبوبروتينات الثقيلة عند النساء عن الرجال، حيث تصل إلى ٥٥ ملجم/ ١٠٠ مل دم، ٤٥ ملجم/ ١٠٠ مل دم، على التوالى فى المتوسط، ويتغير هذا المستوى حسب السن والعوامل الوراثية.

وتعمل الليبوبروتينات الثقيلة على حماية جدران الأوعية الدموية NIH (Consensus ١٩٩٣). وتعمل الليبوبروتينات الخفيفة جدًا والخفيفة والوسط على تنظيم مستوى الكولسترول فى الأنسجة وفى الكبد (Guyton وHall ١٩٩٦) كما سيأتى ذكره.

- البروتيوليبيدات Proteolipids :

وهى مركبات تحتوى على بروتينات تصل نسبتها إلى ٦٥ - ٨٥٪ ودهون. وتوجد البروتينات إلى داخل المركب، أما الليبيدات فتوجد إلى الخارج ولذا فإن هذا المركب يذوب فى المذيبات العضوية. والبروتيوليبيدات مركبات بنائية أى تدخل فى بناء جدار الخلية كما توجد فى غمد الأعصاب وتكسبها نشاطًا فسيولوجيًا كما توجد فى جدر خلايا بعض الأعضاء مثل القلب والكلى والرئة والعضلات.

= الليبيدات المشتقة Derived Lipids :

وهى المواد الناتجة من الليبيدات بعد تحليلها، وتشمل الأحماض الدهنية والمواد الهيدروكربونية والجلسرول والكحولات والسترولات والسترويدات.

- الأحماض الدهنية :

وتتكون الأحماض الدهنية من كربون وإيدروجين وأكسجين فى سلسلة هيدروكربونية تختلف فى الطول باختلاف الأحماض، كما يوجد بعض الأحماض الدهنية الحلقية وبعض الأحماض المحتوية على مجاميع هيدروكسيلية.

والأحماض الدهنية قابلة للذوبان فى المذيبات العضوية بدرجة أكبر من قابليتها للذوبان فى الماء، ويحتوى الحامض الدهنى فى أحد أطرافه على مجموعة كربوكسيلية Carboxyl group وهى قابلة للذوبان فى الماء، أما الطرف الآخر فهو هيدروكربونى الذى يذوب فى المذيبات العضوية، وتتوقف درجة ذوبان الحامض الدهنى على طوله، فكلما زاد طول الحامض كلما قلت درجة ذوبانه فى الماء، والعكس صحيح.

أقسام الأحماض الدهنية :

وتنقسم الأحماض الدهنية من حيث درجة التشبع إلى أحماض دهنية مشبعة saturated وأحماض دهنية غير مشبعة unsaturated بها رابطة واحدة غير مشبعة monounsaturated وأحماض دهنية غير مشبعة بها أكثر من رابطة غير مشبعة

polyunsaturated. وتبنى الأحماض الدهنية المشبعة من حامض الأستيك acetic acid الذى يعتبر أقصر الأحماض الدهنية. ويوضح جدول (٣-١) الأحماض الدهنية المشبعة، وجدول (٣-٢) بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة.

جدول (٣-١) الأحماض الدهنية المشبعة

الحامض الدهنى	Fatty acid	طول السلسلة	عدد ذرات الكربون	الرمز	بعض المصادر
حامض الأستيك	Acetic	قصير	٢	CH_3COOH	الخل، وكمركب وسط فى عمليات الميتابوليزم
حامض بيوترك	Butyric	قصير	٤	C_3H_7COOH	الزبدة
حامض كابرويك	Caproic	قصير	٦	$C_5H_{11}COOH$	الزبدة
حامض كابريليك	Caprilic	قصير	٨	$C_7H_{15}COOH$	جوز الهند وبكميات صغيرة فى الزبدة
حامض كابريك	Capric	قصير	١٠	$C_9H_{19}COOH$	فى دهون نباتية وبكميات صغيرة فى الزبدة
حامض لوريك	Lauric	قصير	١٢	$C_{11}H_{23}COOH$	فى دهون نباتية وجوز الهند والقرفة
حامض مرستيك	Myristic	طويل	١٤	$C_{13}H_{27}COOH$	جوزة الطيب والشمع والقرفة
حامض بالمتيك	Palmitic	طويل	١٦	$C_{15}H_{31}COOH$	فى دهون نباتية وحيوانية
حامض سيتاريك	Stearic	طويل	١٨	$C_{17}H_{35}COOH$	فى دهون نباتية وحيوانية
حامض أراكيديك	Arachidic	طويل	٢٠	$C_{19}H_{39}COOH$	زيت الفول السودانى
حامض بهينك	Behenic	طويل	٢٢	$C_{21}H_{41}COOH$	البذور
حامض لجنوسيريك	Lignoceric	طويل	٢٤	$C_{33}H_{47}COOH$	سربروسيدات وزيت فول السودانى

جدول (٣-٢) بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة

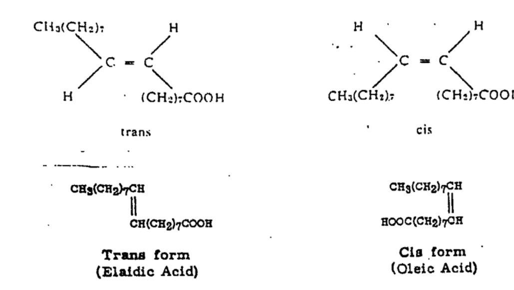
الحامض الدهنى	عدد ذرات الكربون	عدد الروابط غير المشبعة	الرمز	بعض المصادر
حامض الأوليك Oleic	١٨	١	H–C–C–C–C–C–C–C–C=C–C–C–C–C–C–C–C–C(=O)OH	زيت الزيتون
حامض لينوليك Linoleic	١٨	٢	H–C–C–C–C–C–C=C–C–C=C–C–C–C–C–C–C–C(=O)OH	زيت الذرة زيت عباد الشمس
حامض لينولينيك Linolenic	١٨	٣	H–C–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C–C–C–C–C–C–C(=O)OH	زيت فول الصويا زيت بذر اللفت زيت الذرة
حامض أركيدونيك arachidonic	٢٠	٤	H–C–C–C–C–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C–C=C–C–C–C–C(=O)OH	

ويشير Murry وآخرون (١٩٩٣) أن حامض فورميك Formic يمكن أن يكون من ضمن الأحماض الدهنية المشبعة ويستخدم أثناء الميتابوليزم فى نقل وحدة مكونة من ذرة كربون واحدة عند إضافة أو حذف هذه الوحدة من بعض المركبات. ويوجد أحماض دهنية ذات سلاسل طويلة موجودة فى الشموع، كما استخلصت بكميات ضئيلة من أحماض دهنية متفرعة من بعض الأنسجة.

والأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة تعرف بالأحماض الدهنية الأساسية Essential Fatty Acids وهى الأحماض: arachidonic, linolenic, linoleic التى لا يمكن للجسم أن يكونها، ولذا لابد من وجودها فى الغذاء. ويعتقد أن حامض arachidonic غير أساسى حيث يمكن للجسم أن يكونه من حامض Linoleic. وكان يعتقد البعض قبل ذلك أن حامض linoeic هو الحامض الدهنى الأساسى فقط. وترجع معرفة أهمية هذا الحامض إلى Burr & Burr (١٩٢٩) حيث لاحظ أن هذا الحامض يشفى أو يمنع حدوث بعض الأمراض والزوائد الجلدية فى الفئران التى تناولت غذاءً خاليًا من الدهون. وقد وضع Weise (١٩٥٨) مقررات غذائية لهذا الحامض للأطفال الرضع. والأحماض الدهنية الأساسية مهمة لنمو المخ وتطوره ونقصها قد يسبب بعض الاضطرابات العصبية (Petridou وآخرون، ١٩٩٨).

نظائر الأحماض الدهنية غير المشبعة (أيزوميرات) :

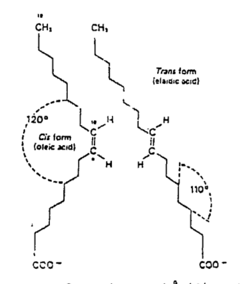
ويوجد تشابه هندسى geometric isomers للأحماض الدهنية غير المشبعة الروابط، وعلى هذا فإن حامض أولييك يكون له تركيبات متناظرة (Cis-trans isomers) ويلاحظ أن التركيب cis هو الوضع الشائع (شكل ٣-١٦) الموجود فى الطبيعة.



شكل (٣-١٦) أيزوميرات حامض الأولييك

وللأحماض الدهنية غير المشبعة دور فى خفض ليبوبروتينات الدم إذا كانت (cis) أما فى حالة (trans) فإنها تفقد هذه الخاصية كما سيأتى ذكره.

وتظهر الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الطبيعة منحنية بزاوية ١٢٠° عند الرابطة غير المشبعة، وعلى هذا فإن حامض oleic يأخذ شكل (L) أما حامض elaidic فيبقى مستقيمًا كما هو عند الرابطة غير المشبعة (شكل ٣-١٧).



.. Geometric isomerism of Δ^9, 18:1 fatty acids (oleic & elaidic acids).

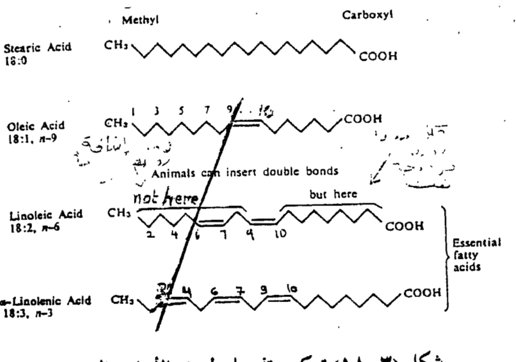
شكل (٣-١٧) أيزومترات isomers حامض الأولييك

* المصدر Murry وآخرون (١٩٩٣)

أما فى حالة وجود عدد من الروابط غير المشبعة فإن الحامض يظهر فى عدد من الأشكال. فمثلاً حامض arachidonic ذو الأربع روابط غير مشبعة يأخذ شكل U. وهذا الالتواء مهم نظرًا لوجودة فى جدار الخلية أو فى الجزيئات المعقدة مثل الفوسفوليبيدات.

وتوجد الروابط أحادية عدم التشبع مثل حامض الأولييك oleic عند ذرة الكربون ٩ (w-9) أى n-9. كما توجد الروابط غير المشبعة فى الأحماض الدهنية الأساسية عند ذرة الكربون ٦ w-6 أى (n-6) أو ذرة الكربون ٣ (w-3) أى (n-3) وذلك من الطرف الميثيلى methyl أى يوجد ثلاث عائلات من الأحماض الدهنية.

وتشير الدراسات التى أجرتها اللجنة المشتركة من WHO & FAO (١٩٨٠) أن الإنسان لا يمكن أن يضيف أو يكون رابطة غير مشبعة فى المسافة بين الطرف الميثيلى والرابطة غير المشبعة الأولى، ولكنه يمكن الإضافة من الناحية الأخرى بين الطرف الكربوكسيلى carboxyl والرابطة غير المشبعة (شكل ٣-١٨)؛ أى أنه يوجد قسمين من الأحماض الدهنية الأساسية اللازمة للجسم وبناء الخلايا والمركبات المختلفة هما (n-6) أو w_6 و(n-3) أو w_3 ويمكن للجسم أن يزيد طول السلسلة كما سبق.



شكل (٣-١٨) تركيب تفصيلى لبعض الأحماض الدهنية

أسماء الأحماض الدهنية العادية والمصنفة :

وعادة يستخدم للأحماض الدهنية الأسماء العادية common names أو المعدلة modified (والتى وضعت بواسطة IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry. فمثلاً حامض Palmitic $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ يطلق عليه hexadecanoic acid وحامض Oleic $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$ يطلق عليه octadecenoic acid. ويوضح جدول (٣-٣) الأسماء العادية والمعدلة للأحماض الدهنية المختلفة، وعدد ذرات الكربون والروابط غير المشبعة ومواضعه، سواء من مجموعة الكربوكسيل (-COOH) أو مجموعة الميثيل ($-CH_3$).

جدول (٣-٣) أسماء الأحماض الدهنية وعدد ذرات الحمض والروابط غير المشبعة ومواضعها

الاسم الشائع Common name	Synonym[1] الاسم التصنيفى	Abbreviation[2] الرمز
capric	decanoic	10 : 0
lauric	dodecanoic	12 : 0
myristic	tetradecanoic	14 : 0
palmitic	hexadecanoic	16 : 0
stearic	octadecanoic	18 : 0
oleic	9-octadecenoic	18 : 1, *n*-9
arachidic	eicosanoic	20 : 0
gadoleic	11-eicosenoic	20 : 1, *n*-9
behenic	docosanoic	22 : 0
erucic	13-docosenoic	22 : 1, *n*-9
brassidic	trans-13-docosenoic	trans 22 : 1, *n*-9
cetoleic	11-docosenoic	22 : 1, *n*-11
lignoceric	tetracosanoic	24 : 0
nervonic	15-tetracosanoic	24 : 1, *n*-9
linloeic	9, 12-octadecadienoic	18 : 2, *n*-6
γ- linolenic	6,9,12-octadecatrienoic	18 : 3, *n*-6
α- linolenic	9,12,15-octadecatrienoic	18 : 3, *n*-3
dihomo-γ-linolenic	8,11,14-eicosatrienoic	20 : 3, *n*-6
	5,8,11-eicosatrienoic	20 : 3, *n*-9
arachidonic	5,8,11,14-eicosatetraenoic	20 : 4, *n*-6
	5,8,11,14,17-eicosapentaenoic	20 : 5, *n*-3
	7,10,13,16-docosatetraenoic	22 : 4, *n*-6
derivatives	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic	22 : 6, *n*-6
	7,10,13,16,19-docosapentaenoic	22 : 5, *n*-3
	4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic	22 : 6, *n*-3

١- موضع الرابطة غير المشبعة من الطرف الكربوكسيلى.

٢- اختصار تركيب الحامض الدهنى باستخدام عدد ذرات الكربون وموضع الرابطة غير المشبعة من الطرف الميثيلى وعددها؛ أى أن حامض palmitic هو 16.0 ، وlinoleic هو 18 : 2, n-6

ويلاحظ أن نهاية الأحماض الدهنية المشبعة "anoic" وغير المشبعة "enoic".

تصنيف الأحماض الدهنية غير المشبعة

تصنف الأحماض الدهنية غير المشبعة حسب طول السلسلة وعدد ومكان الروابط غير المشبعة.

* أحماض دهنية وحيدة عديمة التشبع monounsaturated (monoenoic).

* أحماض دهنية عديدة عدم التشبع polyunsaturated (polyenoic).

وتشمل هذه أحماض دهنية بها رابطتين غير مشبعتين dienoic، ثلاث روابط غير مشبعة trienoic، أربع روابط غير مشبعة tetraenoic، خمس روابط غير مشبعة pentaenoic، ست روابط غير مشبعة hexaenoic. ويوضح جدول (٣-٤) أسماء بعض الأحماض التى تتبع كل قسم ومصادرها.

ويشتق من حامض لينولييك Linoleic 18: 2 w-6 وحامض لينولينيك Linolenic 18: 3 w-3 العديد من الأحماض الدهنية غير المشبعة.

ويلاحظ أن معظم، إن لم يكن كل، الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع مشتقة من حامضى Linoleic أو Linolenic وتسمى مشتقات derivatives الأحماض الدهنية (جدول ٣-٥).

جدول (٣-٤) تركيب بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة ومصادرها

اسم الحامض الشائع Common name	اسم الحامض التصنيفي	عائلة الحامض الدهني	الرمز	المصادر
أحماض ذات رابطة واحدة مزدوجة Monoenoic				
Palmitoleic	*cis*-9-Hexadecenoic	w7	16: 1:9	كل الدهون
Oleic	*cis*-9-Octadecenoic	w9	18:1:9	فى العديد من الدهون مثل زيت الزيتون
Elaidic	*trans*-9-Octadecenoic	w9	18:1:9	الدهون المهدرجة
Erucic	*cis*-13-Docosenoic	w9	22:1:13	زيت اللفت والمستردة
Nervonic	*cis*-15-Tetracosenoic	w9	24:1:15	السربروسيدات
أحماض ذات رابطتين مزدوجتين Dienoic				
linoleic	all - cis 9, 12 Octadecadienoic	w6	18:2:9,12	الذرة، الفول السودانى، بذرة القطن، فول الصويا وزيوت نباتية أخرى
أحماض ذات ثلاث روابط مزدوجة Trienoic				
γ-linolenic	-all-*cis*-6,9,12 Octadecatrienoic	w6	18:3:6:9,12	بعض النباتات ويوجد بنسبة ضئيلة فى الأنسجة الحيوانية
α-linolenic	-all-*cis*-9,12,15 Octadecatrienoic	w3	18:3:9,12,15	كثيرًا ما يوجد مع حامض linoleic وخصوصًا فى زيت الكتان
أحماض ذات أربع روابط مزدوجة Tetraenoic				
Arachiconic	-all-*cis*-5,8,11,14 Eicosatetraenoic	w6	20:4,5,8,11,14	يوجد كثيرًا مع linolenic وخصوصًا فى زيت الفول السودانى كما يوجد فى الفوسفوليبيدات
أحماض ذات خمس روابط مزدوجة Pentaenoic				
Timnodonic	-all-*cis*-5,8,11,14,17 Eicosapentaenoic	w3	20:5:5,8,11,14,17	زيت السمك مثل زيت كبد الحوت
Clupanodonic	-all-*cis*-7,10,13,16,19 Docosapentaenoic	w3	22:5:7,10,13,16,19	زيت السمك، فوسفوليبيدات المخ
أحماض ذات ستة روابط مزدوجة Hexaenoic				
Cervonic	-all-*cis*-4,7,10,13,16,19 Docosahexaenoic	w3	22:5:4,7,10,13,16,19	زيت السمك وفوسفوليبيدات المخ

جدول (٥)

مشتقات الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع

مشتقات حامض لينولينيك Linolenic	مشتقات حامض لينوليك Linoleic
$\alpha C_{18}:3$ w3 حامض لينولينيك ↓ $C_{18}:4$ w3 $C_{20}:4$ w3 ↓ $C_{20}:5$ w3 حامض ايكوزابنتانويك Eicosapentaenoic acid ↓ $C_{22}:5$ w3 Docosapentaenoic acid ↓ حامض دوكوزاهكساإينويك $C_{22}:6$ w3 Docosahexaenoic acid	$C_{18}:2$ w6 حامض لينوليك Linoleic ↓ $C_{18}:3$ w6 حامض لينولينك γLinlenic acid ↓ $C_{20}:4$ w6 حامض أراكيدونيك arachidonic acid ↓ 22:4 w6 ↓ C22:5 w6 Docosapentaenoic acid

بالإضافة إلى ذلك فإن حامض الأراكيدونـك arachidonic يتحـول إلى مـواد شـبيهة بالبروسـتاجلاندين فـى تركيبهـا تسـمى أيزوبروسـتين isoprostane (شـكل ٣-١٩) ويتم ذلك فى تفـاعل إنزيمـى عنـد تعـرض الفـرد لضغـوط مختلفـة (Marrow وآخرون ١٩٩٣).

وهذا يفسر الكثير مـن جوانـب الحـالات والأمـراض التـى يتـم فيهـا تأكسـد حامض arachidonic أكسدة بيروكسيدية peroxidation.

(1) HO COOH OH

PGF_2

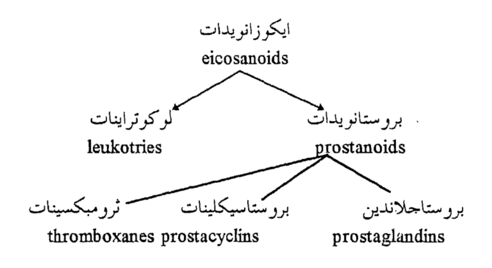
(2) HO COOH HO

8-epi PGF_2

شكل (٣-١٩) تركيب prostaglandin (١)
و isoprostane (٢)

الايكوزانويدات Eicosanoids :

وتسمى مشتقات الأحماض الدهنية غير المشبعة الايكوزانويدات eicosanoids وتشمل البروستانويدات prostanoids وليكوترا إينات Leukotrienes، وتشمل البروستانويدات بدورها (شكل ٣-٢٠): البروستاجلاندينات PG Prostaglandins وبروستاسيكلين prostacyclins (PGI) وثرومبكسين thromboxane (TX) ويستخدم المصطلح برستاجلاندين prostaglandin ليشير إلى كل prostanoids. (Murry وآخرون ١٩٩٣).



شكل (٣-٢٠) مشتقات ايكوزانويدات

Eiscosanoids Derivatives

ويرجع اكتشاف هذه المركبات إلى Rursrok وLieb عام ١٩٣٠، وأيضًا إلى von Eulex عام ١٩٣٥. حيث لاحظوا أن إضافة السائل المنوى سبب انقباض العضلات غير الإرادية smooth muscle وتوصلوا إلى المادة المسببة لهذا النشاط الفسيولوجى، وأطلقوا عليه البرستاجلاندين، ثم عرف تركيبها ١٩٦٢ بواسطة Bergström وزملائه. وفى عام ١٩٦٤ عرف أنها تتكون من الأحماض الدهنية الأساسية طويلة السلسلة.

وتخلق البروستاجلاندين من الأحماض الدهنية غير المشبعة الطويلة C_{20} بانحناء أو استدارة لذرة الكربون عند المنتصف لعمل تركيب حلقى. ويوجد أنواع مختلفة من البروستاجلاندينات تحمل عددًا مختلفًا من الروابط غير المشبعة على السلسلة الجانبية وهى PG_1، PG_2، PG_3 وتكون أو تخلق على التوالى من eicosatrienoic acid، eicosatetraenoic acid وeicosapentaenoic acid ، ولكل مركب مركبات فرعية حسب وجود نوع ومكان المجاميع التى تحمل الأكسجين وعدد الروابط غير المشبعة فى الحلقة. فمثلاً من البروستاجلاندين (PG) يوجد أنواع كثيرة ولذا يضاف Aأو B، C E، F، G، H إلى المركب ليصبح مثلاً PGA. هكذا، وفى كل مجموعة يوجد مجموعة مختلفة، ولذا تضاف أرقام مثل PGE_1 وكذلك وضع الحلقة وOH فى الفراغ ولذا يضاف α أوميتا مثل PGF α (شكل ٣ - ٢١).

O

COOH

CH_3

OH OH

[٣] prostaglandin E_1
(PGE_1)

O

COO⁻

OH OH

Prostaglandin E_2 (PGE_2).

Prostaglandin E_2 (PGE_2)

O

COOH

CH_3

OH OH

[١] prostaglandin E_3
(PGE_3)

O

COOH

CH_3

[٤] leukotriene A
(LTA)

O

COOH

CH_3

OH

[٣] thromboxane A_2
(TXA_2)

COOH

O

OH

CH_3

OH

Prostacyclin
(PGI_2)

شكل (٣-٢١) تركيب الايكوزانويدات ومشتقاتها

* المصدر Spallholz (١٩٨٩).

** المصدر Murry et al (١٩٩٣).

ومن المركبات الأخرى للبروستاجلاندين PG فمنها عائلة PGE وهى التى تحمل مجموعة كيتو Keto على ذرة الكربون رقم ١٠ من الحلقة، أما عائلة PGF فتحمل مجموعة هيدروكسيلية على ذرة الكربون رقم ١٠ أى نفس ذرة الكربون.

أما مركبات الثرمبوكسان thromboxanes فقد اكتشفت فى الصفائح الدموية وتوجد ذرة أكسجين فى الحلقة (oxane ring). وبإضافة ذرة أكسجين أخرى تنتج سلسلة مركبات prostacyclenes (شكل ٣-٢٠)، (شكل ٣ - ٢١).

وبالنسبة للكيلوترايين Leukotrienes فهى تتكون بتأثير إنزيم Lipoxygenase وليس عن طريق الالتواء كما سبق. وقد اكتشفت أولاً فى كرات الدم البيضاء leukocytes.

- المواد الهيدروكربونية Hydrocarbons :

تشمل المواد الهيدروكربونية وهى مركبات خالية من المجموعة الكحولية، مثل الكاروتنويدات Carotenoides والسكوالين Squalene ومن الكاروتنويدات: ألفاكاروتين، بتاكاروتين، جاماكاروتين، وليكوبين lycopene. ويعتبر السكوالين خطوة وسطية فى تكوين الكولسترول، ويوجد فى زيوت بعض الأسماك shark، كما أنه يمنع تجلط الدم (Robinson, Simopotous ١٩٩٩).

وتلعب الكاروتينويدات دورًا فى وقاية الجسم من بعض الأمراض الخطرة مثل السرطان وأمراض القلب (Stahl وآخرون ١٩٩٦)، فكما يذكر Oshima وآخرون (١٩٩٦) أن البتاكاروتين والليكوبين الموجودين فى أنسجة الجسم وبلازما الدم يعتبران من العوامل التى تلتهم scavenge الأصول الحرة free radicals. كما أن الكاروتينويدات تعمل على تنشيط الاتصال بين كل خلية والأخرى. كما أشارت Giovanell وآخرون (١٩٩٩) أنه يزداد التأثير الحيوى لليكوبن فى الطماطم إذا اكتمل نضجها بعد جمعها من الحقل. كما أن بتاكاروتين هو أقوى مولد لفيتامين A المهم للإبصار كما سيأتى ذكره.

- الستيرودات والكحولات والستيرولات Steroids, Alcohols & Sterols:

الستيرودات مركبات حلقية وبعضها له مجموعة كحولية حرة تسمى الستيرولات، وهى تسلك سلوك الكحولات.

ومن الستيرويدات: الهرمونات الجنسية وأحماض الصفراء، وفيتامين D، ومن الكحولات ذات السلسلة المستقيمة كحول ستيل C_6 cetyl وستاريل C_{18} stearyl كما توجد كحولات بها حلقة بتا أيونون B-ionone وتتضمن فيتامين A (وسنناقش الفيتامينات فيما بعد).

الستيرولات عبارة عن كحولات. وتسمى الستيرولات من أصل حيوانى zoosterols، والستيرولات من أصل نباتى phytosterols.

ومن الستيرولات الإرجوستيرول ergosterol (شكل ٣-٢٢) والكولسترول cholesterol (شكل ٣-٢٣).

ويوجد الإرجوستيرول فى الأنسجة النباتية وفى الخميرة، وهى مولدة لفيتامين D، وبتأثير أشعة الشمس فوق البنفسجية تتحول إلى فيتامين D كما سيأتى ذكره.

شكل (٣-٢٢) الإرجستيرول

والكولسترول أكثر الستيرولات انتشارًا فى الأنسجة الحيوانية، حيث يوجد فى الدم، ويلعب دورًا كبيرًا فى نقل الأحماض الدهنية فى جسم الإنسان ويوجد بكثرة فى البيض.

شكل (٣-٢٣) الكولسترول

ويتراوح مستوى كولسترول الدم فى الإنسان من ١٠٧ - ٣٠٢ ملجم/ ١٠٠ مل دم. وقد وضع المتخصصون (Carper ١٩٨٧) حدًا أعلى لمستوى كولسترول الدم للفرد فى الأعمار المختلفة (جدول ٣-٦) فإذا تعداها يكون معرضًا لمخاطر الإصابة بأمراض القلب.

جدول (٣-٦) الحد الأعلى لمستوى الكولسترول
ومدى التعرض للإصابة بأمراض القلب للأعمار المختلفة

العمر بالسنوات	درجة التعرض للإصابة بمرض القلب	
	متوسطة ملجم / ١٠٠ مل دم	مرتفعة ملجم / ١٠٠ مل دم
٢-١٩	أعلى من ١٧٠	أعلى من ١٨٥
٢٠-٢٩	أعلى من ٢٠٠	أعلى من ٢٢٠
٣٠-٣٩	أعلى من ٢٢٠	أعلى من ٢٤٠
٤٠ فأكثر	أعلى من ٢٤٠	أعلى من ٢٦٠

كما أشارت Carper (١٩٨٧) إلى أن تقدير النسبة بين مقدار الكولسترول المتحد مع الليبوبروتينات الثقيلة إلى الكولسترول الكلى هو من أحسن المؤشرات التى يمكن عن طريقها معرفة مدى التعرض للإصابة بمرض القلب، وتحسب من قسمة مستوى الكولسترول الكلى على مقدار الليبوبروتينات الثقيلة فى الدم، فإذا كان مستوى الكولسترول ٢٠٠ ملجم/ ١٠٠ مل دم، ومقدار الليبوبروتينات الثقيلة هو ٤٥ ملجم/ ١٠٠ مل دم، فإن النسبة تعادل $\frac{٢٠٠}{٤٠}$ ٤,٤، وكلما انخفض الرقم كلما كانت فرصة التعرض للإصابة أقل، وإذا زاد الرقم على ٤,٧ فإن هذا إنذار بأن يعمل الفرد على تخفيضه.

وقد وجد أن متوسط هذه النسبة عند الرجال المصابين بمرض القلب تتراوح بين ٥,٤ - ٦,١ بينما يتراوح متوسط هذه النسبة عند النساء المصابات بين ٤,٦- ٦,٤،

كما وجد أن أحسن نسبة، وهى عند الأفراد النباتيين، تعادل ٢,٨.

هدرجة الزيوت والدهون Hydrogenation of fats & oils :

تتميز الزيوت باحتوائها على نسبة من الأحماض الدهنية غير المشبعة أكثر من الدهون، وعلى هذا فيمكن تحويل الزيوت السائلة إلى دهون صلبة؛ أى رفع درجة انصهار الدهون، كما يمكن زيادة درجة صلابة الدهون اللينة soft fats وذلك بإضافة أيدروجين إلى الرابطة غير المشبعة على درجة حرارة مرتفعة، واستعمال عامل مساعد catalyst مثل النيكل، وتسمى هذه العملية بعملية الهدرجة Hydrogenation، وعادة تتم العملية إما بإجراء هدرجة جزئية partial hydrogenation وفيها تصل درجة انصهار الدهون إلى (٣٥ - ٤٨°) أو تتم عملية الهدرجة تمامًا على نصف كمية الزيوت ثم تخلط بالكمية الباقية من الزيوت لإنتاج دهون ذات درجة الانصهار المطلوبة. أى أن هذه العملية تؤدى إلى تحويل الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى أحماض دهنية مشبعة، أى أننا نفقد بعض الأحماض الدهنية غير المشبعة مثل linoleic كما نفقد بعض العناصر الغذائية ذات الروابط غير المشبعة مثل فيتامين A. كما تتحول العديد من الروابط غير المشبعة من الوضع cis إلى نظيره من الوضع trans. ويلاحظ أن تناول هذه الزيوت يؤدى إلى ارتفاع الليبوبروتينات الخفيفة الضارة وخفض الليبوبروتينات الثقيلة المفيدة (Mensink وKatan ١٩٩٠). كما ترفع من الجلسريدات الثلاثية (Louheranta وآخرون ١٩٩٩). كما تحل هذه الأحماض فى جدار الخلية مم يغير من الميتابوليزم وأيضًا تؤثر على الإنزيمات اللازمة لإنتاج الايكوزانويدات eicosanoids وهى المواد اللازمة للعديد من العمليات الفسيولوجية كما سبق (Simopolous وRobinson ١٩٩٩).

معاملة الدهون بالحرارة :

عند معاملة الدهون والزيوت بالحرارة المباشرة، مثل عمليات القلى والتحمير، فإن الدهون تتحلل إلى جلسرول وأحماض دهنية، ويتحول الجلسرول إلى مادة أكرولين acrolin وتتحول بعض الأحماض الدهنية إلى مركبات قصيرة، وهذه المواد تسبب تهيجًا للأغشية الطلائية للأنف والحلق والعين، وأيضًا للجهاز التنفسى، كما أن هذه المواد تساعد على حدوث القرحة وبعض حالات السرطان؛ ولذا ينصح بألا يُستخدم الزيت فى القلى أو التحمير لمدة تزيد عن ٦-٩ ساعات، وبعد كل مرة لابد من ترشيحه وحفظه فى مكان بارد.

أقسام الدهون حسب محتواها من الأحماض الدهنية :

تنقسم الدهون حسب درجة تشبع الأحماض الدهنية إلى ثلاثة أقسام (Carper ١٩٨٧) هى :

١ـ دهون مشبعة Saturated : ومعظمها دهون صلبة على درجة حرارة الغرفة. وتصل فيها نسبة الأحماض الدهنية المشبعة إلى ٣٣٪ فأكثر. ومن دهون هذه المجموعة دهن اللحم البقرى ودهن لحم الغنم والزبدة والجبنة الكاملة الدسم وزيت جوز الهند وزيت النخيل.

٢ـ دهون وحيدة عدم التشبع Monounsaturated : وهى دهون سائلة أو نصف صلبة soft على درجة حرارة الغرفة، وتحتوى هذه الدهون على أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع. ومن أمثلتها زيت الزيتون وزيت الفول السودانى وزيت كانولا.

٣ـ دهون عديدة عدم التشبع Polyunsaturated : وهى دهون سائلة أو نصف صلبة soft على درجة حرارة الغرفة، وتحتوى على دهون مشبعة، نسبتها لا تزيد عن ١٥٪، ومنها زيت الذرة، وزيت السمسم، وزيت عباد الشمس، وزيت السمك، والمارجرين. ويظهر تصنيف الدهون والزيوت حسب نوعية محتواها من الأحماض الدهنية جدول (٣-٧)، وحسب محتواها من أحماض دهنية w3, w6 (جدول ٣-٨).

تقسيم الأغذية حسب محتواها من الدهون :

ويلاحظ عند تقدير نسبة الدهون فى الأغذية أنه من الخطأ تقدير نسبة الدهون على أساس وزن الغذاء؛ لأن بعض الأغذية مثل اللبن الكامل يحتوى على نسبة عالية من الماء، وهو فى نفس الوقت مرتفع فى محتواه من الدهن. ولسهولة الحكم على الأغذية والوجبات فإنه يمكن اعتبار :

ـ الأغذية المنخفضة فى محتواها من الدهن Low-fat foods :

هى الأغذية المحتوية أقل من ٣٠٪ من السعرات مستمدة من الدهن أو أقل من ٥ جم دهن فى الكمية المقدمة لغذاء الفرد serving.

- الأغذية المتوسطة فى محتواها من الدهن Moderate-fat foods :

هى الأغذية المحتوية على ٣٠ - ٥٠٪ من السعرات مستمدة من الدهن أو من ٦-١٠ جم دهن فى الكمية المقدمة لغذاء الفرد.

- الأغذية المرتفعة فى محتواها من الدهن High-fat foods :

هى الأغذية المحتوية على أكثر من ٥٠٪ من السعرات مستمدة من الدهن أو أكثر من ١٠ جم دهن فى الكمية المقدمة لغذاء الفرد.

جدول (٣-٧) تصنيف الدهون والزيوت
حسب نوعية محتواها من الأحماض الدهنية

دهون مشبعة	دهون وحيدة عدم التشبع	دهون عديدة عدم التشبع
الزبد	زيت الزيتون	زيت الذرة
دهن الحيوان	زيت الكانولا*	زيت القرطم
زيت جوز الهند	زيت الأفوكادو	زيت عباد الشمس
زبدة الكاكاو		زيت فول السودانى
زيت النخيل		زيت بذرة القطن
		زيت الكانولا*
		زيت فول الصويا
		زيت السمك
		زيت الكتان
		زيت عين الجمل
		زيت ورد الربيع (primerose)
		زيت السمسم

* زيت غنى فى الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع.

المصدر : Simopolous و Robinson (١٩٩٩).

جدول (٣-٨) توزيع الزيوت حسب محتواها

من أحماض دهنية من عائلتى w-3, w-6

عائلة w-6	عائلة w-3
زيت الذرة	زيت السمك
زيت القرطم	زيت الكتان
زيت بذرة عباد الشمس	زيت كانولا
زيت بذرة القطن	زيت عين الجمل
زيت فول الصويا*	زيت فول الصويا*
زيت فول السودانى	
زيت السمسم	
زيت ورد الربيع	

* زيت فول الصويا يحتوى على أحماض دهنية w6 أعلى من محتوى الزيوت الغنية فى الأحماض الدهنية w3 ولذا فهو يتبع المجموعتين.

المصدر : Simopolous وRobinson ١٩٩٩.

وجود الأحماض الدهنية فى الكائنات الحية النباتية والحيوانية:

تختلف الكائنات النباتية والحيوانية فى محتواها من الأحماض الدهنية، وعمومًا الكائنات الحية، نباتية أو حيوانية، التى تعيش فى المياه العذبة تحتوى على نسبة عالية من الأحماض الدهنية (C_{22}, C_{20}, C_{18}, C_{16}) (جدول ٣-٩).

أما الكائنات البحرية، فهى غنية بالأحماض غير المشبعة (C_{22}, C_{20}) وتشير Carper (١٩٨٧) إلى أن الأسماك البحرية غنية بالأحماض الدهنية عديد عدم التشبع، والتى يطلق عليها Omega-3 fatty acids والتى تكون من ٥-٤٠٪ من دهون هذه الأسماك، خصوصًا حامضى eicosapentaenoic (EPA) وdocosahexaenoic (DHA).

جدول (٣-٩) النسبة المئوية للأحماض الدهنية فى بعض الأغذية*

الأغذية	الأحماض الدهنية					
	المشبعة				غير المشبعة	
	C_{4-12}	C_{14}	C_{16}	C_{18}	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$
لبن	١١	٨	٢٦	١١	٣٣	٤
بيض	-	آثار	٢	٨	٥٣	٩
سمك	-	٨٠	١٢	آثار	-	٣
زيت كبد الحوت	-	٦	٩	آثار	-	٢٥
زيت زيتون	-	١	١٦	٢	٦٥	١٥
زيت ذرة	-	-	٨	٢	٣٠	٥٦
زيت بذرة القطن	-	١	١٧	٢	٤١	٣٧
زيت سمسم	-	-	٨	٤	٤٥	٤١
زيت فول الصويا	-	٢	٣٥	٥	٥٣	٥

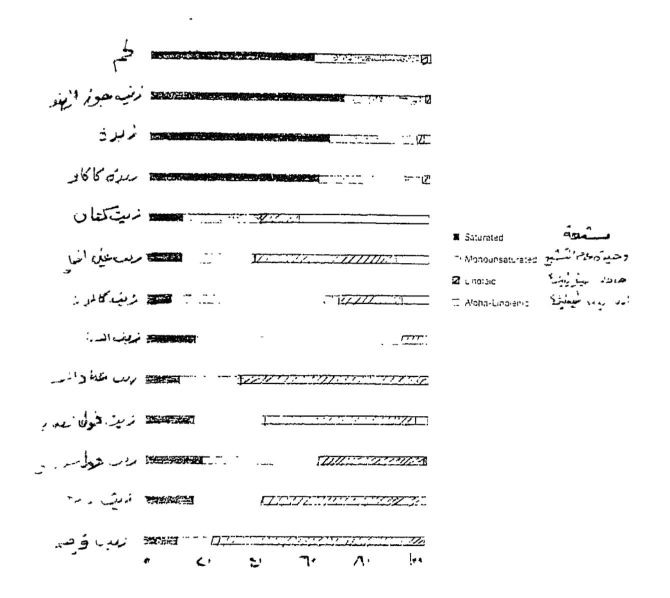
* منظمة الصحة العالمية / ومنظمة الأغذية والزراعة (١٩٩٧).

وحامض EPA وDHA من العوامل الفعالة فى حماية القلب من الإصابة بأى حالة مرضية، ويوجدان فى جميع الأسماك البحرية، وتزيد كميتهما بزيادة نسبة الدهن فى السمك (جدول ٣-١٠) و(شكل ٣-٢٤) وتشير Carper (١٩٨٧) إلى أن كمية بسيطة من دهن هذا السمك تفيد القلب والجهاز الدورى، حيث وجد فى Netherlands أن تناول الأسماك مرة أو مرتين أسبوعيًا يقى الفرد من الإصابة بأمراض القلب.

جدول (٣-١٠) محتوى بعض الدهون من الأحماض الدهنية

جم/ ١٠٠ جم دهن

المنتجات الحيوانية والنباتية	الأحماض الدهنية المشبعة			الأحماض الدهنية غير المشبعة		
	القيمة الكلية	بالمتيك	ستياريك	القيمة الكلية	أوليك	لينوليك
منتجات حيوانية						
لحوم بقرى	٤٨	٢٨	١٩	٤٧	٤٤	٢
جاموسى	٦٦	٣٤	٢٨	٣٠	٢٤	١
خروف	٥٦	٢٩	٢٥	٤٠	٣١	٣
أرانب	٣٨	٢٨	٤	٥٨	٣٥	١١
دهن لبن جاموسى	٦٢	٢٩	١٥	٣٣	٢٦	١
بقرى	٥٥	٢٥	١٢	٣٩	٣٣	٣
إنسان	٤٦	٢٢	٧	٤٨	٣٤	٧
دواجن دجاج	٢٢	٢٤	٧	٦٤	٣٨	٧٠
رومى	٢٩	٢٣	٦	٦٧	٤٣	٢١
بيض دجاج	٣٧	٢٥	٧	٦١	٤٤	٧
سالمون	١٥	١٢	٢	٧٩		٢٦
تونة	٢٥	١٨	٣	٧٠	٢٦	٢٥
دهون مستخرجة						
زبدة	٥٥	٢٥	١٢	٣٩	٣٣	٣
زيت كبد الحوت	١٥	١٢	١	٨١		٢٥
منتجات نباتية						
الحبوب ومنتجاتها						
أرز	١٧	١٢	٢	٧٤	٢٩	٣٥
ذرة رفيعة	١٢	٧	٥	٨١	٣٧	٣٤
دقيق كامل	١٤	١٠	٤	٧٦	٣١	٤٣
الفواكه والخضروات						
حمص	٩	٤	٢	٨٧	٥٠	٤٦
زيتون	١١	٩	٢	٨٤	٧٦	٧
فول الصويا	٢٠	١١	٧	٧٥	١٦	٥٢
فول سودانى	٢٦	١١	٦	٧٠	٤٥	٢٥
زيوت مستخرجة						
زيت ذرة	١٠	٨	٢	٨٤	٢٨	٥٣
مارجرين	٢٦	٢١	٣	٧٠	٥٧	٩
زيت زيتون	١١	٩	٢	٨٤	٧٦	٧
زيوت مجمدة	٤٣	٢٧	١٢	٥٣	٤١	١١



شكل (٣–٢٤) محتوى الدهون والزيوت من الأحماض الدهنية

المصدر Simopolous وRobinson ١٩٩٩.

وقد يرجع التأثير الوقائى لتناول السمك أو زيت السمك إلى تأثيره على آليات تخثر الدم. ويكثر فى الحيوانات البرية والثدييات حامض الأولييك والبالمتيك، حيث يكونان من ٢٠ إلى ٢٥٪ من الأحماض الدهنية المكونة للدهن المختزن فى الأنسجة، وإلى ذلك يرجع صلابة هذه الدهون. وفى الحيوانات المجترة يحل حامض الستياريك محل حامض الأولييك، ويحتوى دهن اللبن على أحماض دهنية قصيرة (C_4 إلى C_{12}).

وتتميز دهون النبات بأن درجة التفاوت فيها أقل منه فى حالة دهون الحيوانات، ويكثر فى دهون النبات أحماض الأولييك والبالمتيك واللينولييك **linoleic**، يلى ذلك اللينولينك **linolenic** ويتميز زيت الزيتون باحتوائه على حامض الأولييك بنسبة كبيرة.

مصادر الليبيدات :

يمكن الحصول على الزيوت مثل زيت الزيتون وزيت الذرة وزيت بذرة القطن، وتعتبر الزبدة من الأغذية الغنية، كما أن الفول السودانى واللحم وصفار البيض والجبن من الأغذية الغنية بها، أما الخضروات والفواكه ففيها نسبة بسيطة من الدهن باستثناء الزيتون وجوز الهند، وكذلك السكريات خالية تمامًا من الدهن (جدول ٣-١١).

أما الكولسترول فيوجد فى الدهون الحيوانية، وينتشر فى جميع خلايا وسوائل الجسم، وخصوصًا الأنسجة العصبية ومصادر الكولسترول بالنسبة للإنسان خارجية من الغذاء، وغالبًا من الأغذية الحيوانية مثل البيض واللبن والزبدة واللحم، ومصادر داخلية أى يبنى داخل الإنسان خصوصًا فى الكبد. (جدول ٣-١٢).

جدول (٣-١١) نسبة الدهون فى بعض الأغذية

الأغذية	النسبة المئوية للدهن والزيوت
الزيوت والدهون النباتية	٩١ - ١٠٠
مارجرين -زبدة	٨١ - ٩٠
مايونيز	٧١ - ٨٠
المكسرات	٦١ - ٧٠
الشيكولاتة	٥١ - ٦٠
زبدة الفول السودانى	٤١ - ٥٠
جبن - صفار البيض - جوز الهند - لحم	٣١ - ٤٠
زيتون - كيك	٢١ - ٣٠
(لبن - سالمون - آيس كريم)	١١ - ٢٠
(عيش - دجاج - كبدة)	صفر - ١٠
سكر وشربات	صفر

جدول (٣-١٢) محتوى بعض الأغذية من الكولسترول

الأغذية	ملليجرام : ١٠٠ جم غذاء
لحم	٧٠
زبدة	٢٥٠
جبنة شيدر	١٠٠
جبنة قريش	١٥
دجاج	٦٠
بيضة كاملة	٥٥٠
بياض البيض	صفر
صفار البيض	١٥٠٠
سمك	٧٠
كلى الحيوان	٣٧٥
قلب الحيوان	٤٥
كبد	٣٠٠
لحم الخروف	٧٠
دهون نباتية	صفر
لبن كامل	١١
لبن مجفف	٨٥
لبن فرز	٣
جمبري	١٢٥
لحم بتلو	٩٠
مخ بقرى	١٥٣٠ - ١٩٥٢

مصادر الأحماض الدهنية :

توضح الجداول السابقة [٣ - (٧، ١٠)] وشكل (٣-٢٤) مصادر الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة.

وظائف الليبيدات Functions of Lipids :

والأحماض الدهنية and Fatty acids :

الدهـون :

تعتبر الدهون مصدرًا مركزًا للطاقة اللازمة للجسم، فالجرام الواحد الدهون يعطى عند احتراقه فى الجسم تسعة كالورى، كما أن الدهون الموجودة فى

الجسم تصبح مصدرًا للطاقة المخزونة لإمداد الإنسان بما يحتاجه من الطاقة عند اللزوم، ولذا فإن وجود الدهون فى غذاء الإنسان يهيئ للبروتين الفرصة للقيام بوظيفته الأصلية، وهى بناء وتجديد أنسجة الجسم.

وللدهون فائدة عظمى فى المحافظة على بعض أعضاء الجسم فى مكانها وحمايتها من الصدمات الخارجية وذلك لأن الدهون تحيط بها فتخفف من أثر هذه الصدمات. كما أن وجودها على شكل طبقة تحت الجلد، يساعد على تقليل الفاقد من الحرارة فى الجو البارد وتحتوى هذه الطبقة أيضًا على مولد لفيتامين D الذى يتحول بواسطة أشعة الشمس فوق البنفسجية إلى فيتامين D، بل إن الدهون تحمل الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون مثل فيتامينات K,E,D,A كما أنها تقلل الفاقد من حاجة الجسم إلى فيتامينات B_1 وهو المعروف باسم الثيامين وهو ما سيأتى ذكره فيما بعد.

وتدخل الليبيدات فى تركيب المخ حيث تشكل ٦٠٪ من وزنه. ويؤثر تركيبها الكيمائى على تراكيب الخلايا المخية وعلى تكوين الزوائد والوصلات العصبية التى تحدد الذكاء والقدرة على التعلم وقوة الذاكرة والانتباه والتركيز وكذلك الجانب الوجدانى والمزاجى للشخص (Carper ٢٠٠١) كما تدخل الدهون فى تكوين الناقلات العصبية neurotransmitters المهمة لعمل الجهاز العصبى المسيطر على جميع أجهزة الجسم ووظائفها.

بعض وظائف الأحماض الدهنية غير المشبعة :

الدهون مصدر من مصادر الأحماض الدهنية الأساسية اللازمة للجسم، والتى لا يمكن للفرد أن يكونها بالكمية اللازمة للجسم... وهذه الأحماض الدهنية الأساسية تؤدى وظائف عدة بالنسبة للجسم.

وقد سبق ذكر أن هذه الأحماض الأساسية هى لينولييك linoleic لينولينك linolenic وأراكيدونيك arachidonic أما حامض الأولييك oleic ذو الرابطة الواحدة غير المشبعة فهو حامض غير أساسى ويمكن للأنسجة أن تقوم بتكوينه، كما يعتقد البعض أن حامض arachidonic غير أساسى أيضًا؛ ذلك لأنه يقتصر وجوده على الأنسجة الحيوانية كما أن الجسم الإنسانى يستطيع تحويل حامض linoleic إلى حامض arachidonic.

واهتم العلماء منذ القرن العشرين بالأحماض الدهنية، فقد لوحظ أنه عند غياب الأحماض الدهنية الأساسية فى غذاء الفئران النامية أن نموها يقف بعد فترة من ١٠-١٢ أسبوعًا، وأن حالات إكزيما على الجلد والأقدام قد ظهرت، كما ظهرت حراشيف على الذيل، بل إن نقص هذه الأحماض الأساسية يؤدى إلى عقم ذكور الفئران وإجهاض الإناث أو ولادة حيوانات ميتة، بينما لوحظ أن إضافة هذه الأحماض أو زيت بذرة القطن قد أدى إلى عدم ظهور الأوعية الشعرية الضعيفة فى جلد الفئران، كما ظهرت أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية على الكلاب.

ويبدو أن الأحماض الأساسية لازمة لسلامة جدر هذه الأوعية الدموية. كما أن نقص هذه الأحماض الدهنية الأساسية يزيد من درجة نفاذية الجلد، وهذا قد يدل على أهمية هذه الأحماض الدهنية فى تركيب جدار الخلية.

وبالرغم من ذلك فلم يكن معروفًا إلى أى مدى يمكن تطبيق نتائج التجارب على الحيوانات فى تغذية الإنسان، ولكن أظهرت تجارب Hansen وآخرين ١٩٥٨ أن تغذية الأطفال على لبن فرز أدى إلى ظهور حالة إكزيما، وقد أمكن علاج هذه الحالة بإضافة الأحماض الدهنية الأساسية إلى غذائهم، وعمومًا فإن Hansen وآخرين قد أثبتوا احتياج الأطفال إلى الأحماض الدهنية الأساسية.

وبالنسبة للبالغين، فإن تجارب Hansen أثبتت ظهور حالة إكزيما فى غياب الأحماض الدهنية الأساسية، ولو أنه سابقًا قام Brown وآخرون (١٩٣٨) بتجربة على إنسان بالغ تغذى على وجبة خالية من الدهون لمدة ٦ شهور، فلم تظهر عليه أى أعراض نقص الدهون، ولكنهم لاحظوا أن مستوى حامضى arachidonic, linolenic قد انخفض فى الدم.

وتوجد الأحماض الدهنية الأساسية فى الجسم متحدة مع الكولسترول فى صورة استرالكولسترول، كما تدخل فى تركيب جزىء الفوسفوليبيدات والتى تعمل على نقل دهون الدم. وتعمل الأحماض الدهنية الأساسية على إطالة المدة اللازمة لتجلط الدم وزيادة قدرته على تحليل الفيبرين.

وقد أظهر Peifer Holman (١٩٥٩) أن الأحماض الدهنية الأساسية لازمة للاستفادة من الطاقة الناتجة من الدهون، وبالإضافة إلى ذلك، فإنه يعتقد أن الأحماض

الدهنية الأساسية لازمة لزيادة كفاءة حركة وتمثيل الكولسترول. كما أظهر Alfin Slater وآخرون (١٩٥٤) أن غياب الدهون فى الوجبة يؤدى إلى تراكم كميات كبيرة من الكولسترول، فى كبد الفئران إذا قورنت بفئران تناولت وجبة بها ١٢,٥٪ دهن، وهذا يحدث بالرغم من أن كولسترول الدم ينخفض مستواه فى حالة غياب الدهون فى غذاء الحيوان عنه فى حالة التغذية بالوجبة الطبيعية. وأظهر Johnson عام ١٩٥٣ وLevin وآخرون عام ١٩٥٧ أن غياب الأحماض الدهنية الأساسية يسبب تكوين ميتوكوندريا mitochondria غير طبيعية منخفضة فى كفاءة الفسفرة phosphorylation.

ويعتقد أن الأحماض الدهنية الأساسية لها علاقة بمرض تصلب الشرايين artherosclerosis حيث إنها مرتبطة بميتابوليزم الكولسترول، فأشار Fitzgerald & Man (١٩٥٨) إلى أن وجود الأحماض الدهنية المشبعة فى غذاء الحيوان والإنسان أدى إلى ارتفاع مستوى الكولسترول فى الدم، نتيجة لتكوين استركولسترول غير قابل للذوبان فى الماء، مما يعمل على زيادة فرصة ترسبه على جدر الأوعية الدموية، فى حين أن الأحماض الدهنية غير المشبعة أدى إلى انخفاض مستوى كولسترول الدم نتيجة لتكوين استركولسترول قابل للذوبان فى الماء، مما يقلل من فرصة ترسبه على جدر الأوعية الدموية. وتشير Carper (١٩٨٧) إلى أن الأحماض الدهنية الأساسية عندما تخفض من مستوى الكولسترول فإنها تعمل على خفض مستوى الليبوبروتينات الثقيلة لحد ما، أما الأحماض الدهنية ذات الرابطة الواحدة غير المشبعة مثل الموجودة فى زيت الزيتون فإنها تعمل على خفض كولسترول الدم لحد ما، دون أن تؤثر على الليبوبروتينات الثقيلة، وأكد ذلك Grundy وDenke (١٩٩٠).

وهذا يظهر أهمية تناول الزيوت المحتوية على أحماض دهنية أحادية عدم التشبع فى الغذاء، حيث لا تقل أهميتها فى الجسم عن الأحماض الدهنية الأساسية لكن باستثناء زيت الفول السودانى.

ومن جهة أخرى فقد ظهر فى بعض الدراسات على أشخاص أصحاء أن الأحماض الدهنية عديدة عدم الروابط المشبعة من عائلة w-3 عملت على تخفيض الجلسريدات الثلاثية دون أن تؤثر على الكولسترول أو الليبوبروتينات الخفيفة (Schincle ١٩٩٢).

وتعمل الأحماض الدهنية الأساسية الموجودة فى دهون الأغشية دورًا هامًا فى المحافظة على خاصية السيولة وهى لازمة لحيوية الخلية وقيامها بوظائفها البيولوجية. كما ترتبط الأحماض الدهنية الأساسية طويلة السلسلة بتكوين سيراميدات الأسيل (Ceramides) وهذه تشكل نسيجًا بين الخلايا يساعد فى المحافظة على حاجز النفاذية فى بشرة الجدار.

إن نقص الأحماض الدهنية الأساسية يضر بالجسم، فقد وجد أن نقص حامض linoleic يؤدى إلى إصابة الجلد بالإكزيما واضطراب فى السلوك وتأخر التئام الجروح وتأخر النمو وعقم الذكور والإجهاض للإناث والإصابة بالنقرس ومتاعب فى القلب والجهاز الدورى والكبد والكلى، وزيادة إفراز العرق مع الشعور بالعطش وجفاف الجلد.ويشير Hansen (١٩٩٤)أن نقص هذا الحامض يؤدى إلى نقص تكوين مادة سيراميد اللينولييك o-linoleoyl ceramide فى جلد الإنسان وقد يكون لهذا المركب دور فى تنظيم فقد الماء عن طريق الجلد أى تنظيم نفاذية الجلد للماء.

كما يساهم حامض linoleic فى تنظيم نقل العناصر الغذائية عبر جدار الخلية وعدم التصاق المواد وتجمعها، كما يساهم فى سرعة زوال الشعور بالتعب.

أما نقص حامض linoleic acid فيؤدى إلى تأخر النمو وضعف النظر وتأخر القدرة على التعلم وعدم توافق عمل العضلات ورعشة فى الأذرع والأرجل واضطراب فى السلوك.

وقد أظهرت دراسات Erasmus (١٩٩٥) أن بعض أعراض مرضية تستجيب لتناول linolenic acid ويمكن علاجها وهى ارتفاع الجلسريدات الثلاثية فى الدم، ارتفاع ضغط الدم، التصاق الصفائح الدموية، التهاب الأنسجة، الأديما، جفاف الجلد، وفشل النمو العقلى وانخفاض سرعة الميتابوليزم وتأثر جهاز المناعة. وتذكر منظمة الصحة العالمية بالاشتراك مع منظمة الأغذية والزراعة (١٩٩٧) أن تأثير تناول السمك أو زيت السمك الوقائى يرجع إلى تأثيره على آليات تجلط الدم.

وبالنسبة لدور الأحماض الدهنية عديدة عدم الروابط غير المشبعة من عائلة w-3 فإنها تؤدى دورًا فى المناعة حيث أنها تساعد فى التخلص من خلاياT غير المبرجمة فى جهاز المناعة وهى خلايا ضارة تتلف أى خلايا تهاجمها، والمعروف أن خلايا T الطبيعية المبرمجة هى أهم جزء فى جهاز المناعة حيث إنها متخصصة فى مهاجمة

الأهداف الضارة، كما أن الأحماض الأساسية تعمل على خفض تكوين بروتين معين معروف باسم Interleukin-I وزيادة إنتاج هذا البروتين مرتبطة بأمراض كثيرة خطيرة منها أمراض القلب والسكر والحساسية وفقدان الذاكرة (Simopolous و Robinson ١٩٩٩).

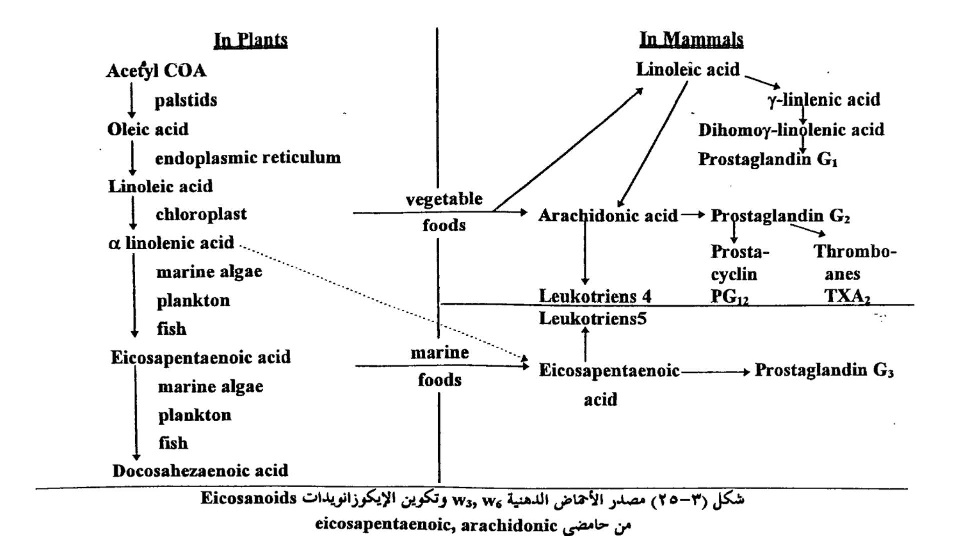
وتشير منظمة الصحة العالمية ومنظمة الأغضية والزراعة (١٩٩٧) أن الأحماض الدهنية من عائلة w-3 أيضًا لها تأثير على التعبير الجينى ذى الشفرة الخاصة بالإنزيمات المشاركة فى التمثيل الغذائى للدهون وكذلك فى التعبير الجينى الذى يشترك فى تنظيم نمو الخلايا. أى أن هذه الأحماض تشترك مع مجموعة بروتينات النواة المستقبلة والمرتبطة مع عامل الوراثة DNA وتؤدى إلى تغيير فى نسخ الجينات المنظمة.

كما أن هذه الأحماض الأساسية من عائلة w-3 تؤثر على إنتاج بروتينات السيتكونات من interleukins التى تنتجها وتطلقها خلايا تشارك فى تنظيم جهاز المناعة. وقد يتم ذلك من خلال تأثيرها على mRNA أى أن عملها يسبق ترجمة الشفرة الوراثية.

وبالنسبة للجهاز العصبى فإن الأحماض الدهنية الأساسية لازمة للنمو الطبيعى ونمو المخ وتطوره. ويعتبر حامض دوكوزاهكسانويك Docosahexaenoic (DHA) أساسيًا لبناء أغشية المخ بصورة طبيعية وهو أيضًا مهم لبناء الوصلات العصبية synapses وفى المستقبلات العصبية، ويقوم حامض إيكوزابنتانويك (EPA) Eicosapentaenoic بنفس الوظائف كما يمكن للجسم أن يحوله إلى (DHA). وأيضًا حامض arachidonic مهم لتطور مخ الجنين إلا أن زيادته عن الحد اللازم قد يكون له آثار سلبية (Bourrel ١٩٨٩).

وبالنسبة للأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع فهى تدخل فى المحافظة على سلامة غشية خلايا المخ نظرًا لما تحتويه مصادرها من مضادات التأكسد التى تلتهم الأصول الحرة الضارة وهذا يساعد فى الوقاية من ضعف الذاكرة وتدهور القدرات المعرفية.

والأحماض الدهنية الأساسية هى كما سبق مولدات البرستاجلاندينات prostaglandins (شكل ٣-٢٥) التى لها العديد من الوظائف بالنسبة لجسم الإنسان.



شكل (٣–٢٥) مصدر الأحماض الدهنية w_3, w_6 وتكوين الإيكوزانويدات Eicosanoids
من حامضى eicosapentaenoic, arachidonic

وللبروستاجلاندينات prostaglandins فوائد فسيولوجية وفاركولوجية عديدة وتتكون كاستجابة لأى ضغط ميكانيكى كيمائى، مناعى، أو التهاب... وهى إن كانت تنتج بكميات صغيرة إلا أنها سريعة التأثير، وتظهر نواتج هدمها فى البول.

وتذكر Spallholz (١٩٨٩) أنها مواد غير هرمونية وهى قد تعدل من استجابة الهرمونات. وكان Hansen وآخرون (١٩٨٨) قد ذكروا سابقًا أنها تعمل عمل الهرمونات فى تعديل بعض وظائف الخلية ويمكن أن يطلق عليها مشابهات الهرمونات (Stroev ١٩٨٩) وأنها لازمة لعمل العضلات غير الإرادية.

وتعتبر البروستاجلاندينات prostaglandins والليكوترايينات leukotrienes الموجودة فى السوائل الخارجية للخلية هى جزء من الجهاز الدفاعى للجسم؛ حيث إنها تتكون فى حالات الالتهاب الناتج من وجود بكتيريا أو ميكروب... كما أنها تحفز الخلايا الملتهمة macrophages وكرات الدم البيضاء leukocytes كى تحدث تلفًا للبكتيريا (Hansen ١٩٩٤).

بالإضافة إلى ذلك فإن prostaglandines تعمل على تنظيم مستوى دهون الدم لأن عمل هذا يضاد تأثير هرمونات الابنفرين ونورابنفرين التى تقوم بتحليل الدهون والتى ينتج عن ذلك ارتفاع دهو الدم.

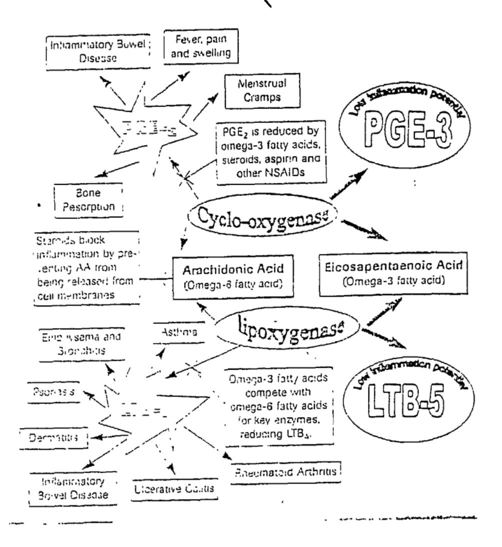
كما أن prostaglandins وأيضًا الأحماض الدهنية طويلة السلسلة من عائلة w-3 مثل حامضى DHA وEPA لازمة لسلامة جدر الأوعية الدموية والأعصاب والجلد، كما أنها تعمل على خفض كولسترول الدم والجلسريدات الثلاثية وخفض تجمع الصفائح الدموية وإطالة الفترة اللازمة لتجلط الدم وخصوصًا protaglandin من سلسلة E_3 كما تعمل prostacyclins على منع تجمع الصفائح الدموية (Petridov وآخرون ١٩٩٤).

التأثيرات المتباينة لمركبات الايكوزانويدات Eicosanoids :

تقوم مركبات eicosanoids بوظائف عدة فى الجسم إلا أن لمركباتها تأثيرات متضادة ومتباينة حتى ولو كانت تتبع عائلة واحدة، كما هو الحال فى تأثيرها على خلايا العضلات غير الإرادية وتجمع وتكدس الدم أو فى تأثيرها على خواص الأوعية الدموية من ناحية خاصية النفاذية أو الانقباض (منظمة الصحة العالمية/ منظمة الأغذية

والزراعة ١٩٩٧). فمثلاً مركب TXA_2 يسبب انقباض الأوعية الدموية وما يتبعه من ارتفاع ضغط الدم فإن مركب PGE_2 يسبب انبساط الأوعية الدموية، كما أن مركب PGE يمنع إفراز العصارات الهاضمة فى حين PGF يثير إفراز هذه العصارات ويشير Stroev (١٩٨٩) أنه قد يرجع ذلك إلى أنه يوجد على بعض خلايا معينة مستقبلات ترتبط بالبروستاجلاندينات، ومن خلال ذلك يمكن أن تؤثر هذه المركبات على نشاط الإنزيمات، وفى حالات أخرى قد تقوم هى بوظيفة الهرمونات. أو قد يرجع ذلك إلى التنافس بين w-6 وw-3 على إنزيمى cyclooxygenase وlipooxygenase (Simopolous وRobinson ١٩٩٩)، كما يتضح من الشكل (٣-٢٦).

يظهر من الشكل أن الإنزيمين يؤثران على حامضى arachidonic و(EPA) eicosapentaenoic فعند تأثير إنزيم cyclooxygenase على حامض arachidonic تتيح مركبات تسبب التهابات وخصوصًا مركب PGE_2 فى حين تأثير نفس الإنزيم على EPA ينتج مركبات تضاد هذا الفعل وخصوصًا PGE_3. وعند تأثير إنزيم Lipooxygenase على حامض arachidonic فإنه ينتج LTB_4 وهذه المادة تعمل فى حالة دخول مادة غريبة فى جسم الإنسان مثل ميكروب أو بكتيريا وغيرها على ورود كرات الدم البيضاء إلى مكان الالتهاب لتدمير الميكروب والتهامه مستخدمة الأصول الحرة free radicals وتستمر هذه العملية إلى أن تنفجر كرات الدم البيضاء وتخرج بقايا الخلايا ويتكون صديد كما يظهر فى الشكل.



شكل (٣-٢٦) المواد الناتجة من تأثير إنزيمي cyclooxygenase و lipooxygenase على الأحماض الدهنية w6, w3

المصدر : Simopolous و Robinson ١٩٩٩.

ولكن عند بعض الناس يزيد ورود كرات الدم أكثر من اللازم وقد تتراكم على مكان الالتهاب وينتج عدد كبير من الأصول الحرة، وهذا يؤدى إلى التهاب الأنسجة السليمة، وكما يقال :

Healthy tissue gets damaged by friendly fire.

أو قد تبقى كرات الدم البيضاء نشطة وهذا يسبب التهابًا مزمنًا.

بينما ينتج من تأثير نفس الإنزيم على EPA مركب LTB_5 وهذا يقلل أو يضاد التأثير الناتج من LTB_4 عن طريق تقليل ورود كرات الدم البيضاء.

الأحماض الدهنية المشبعة :

تؤدى الأحماض الدهنية المشبعة عدة وظائف للجسم فهى تقوم بتوليد الطاقة... كما أنها تدخل فى تركيب بعض المواد اللازمة للجسم.

فمثلاً يتحد حامض stearic أو palmitic أو myristic مع البروتين من خلال إضافة مجموعة أسيل acyl إلى حامض glycine فى رابطة أميدية amide أو إلى حامض cysteine فى رابطة ثيوإستر thioester وتسمى هذه العملية N-acylation of protein.

وهذه العملية تعمل على تثبيت هذا البروتين فى أماكن معينة فى جدار الخلية لتأدية وظائف معينة حسب الحاجة. كما أن هذه العملية تعمل على تحديد مكان البروتين recognition لتسهيل تفاعله مع برتين آخر فيما يعرف بتفاعل بروتين-بروتين Protein - protein interaction (Peitzsch و McLaughlin ١٩٩٣).

يشير Muszbec و Laposata (١٩٩٣) أن حامض myristic وُجد مرتبطًا مع البروتين فى رابطة أميدية أثناء عملية تخليق البروتين، كما وُجد أن حامض palmitic مرتبط برابطة ثيوإستر thioester مع البروتين.

بعض وظائف الكولسترول :

يدخل الكولسترول فى تكوين :

- حامض الكوليك cholic acid وهو الذى يكون أحماض الصفراء اللازمة لهضمة وامتصاص الدهون.
- بناء هرمون adrenocortical hormones فى غدة الأدرينال.

- بناء الهرمونات الجنسية الأنثوية progestrone وestrogene.
- بناء الهرمونات الجنسية الذكرية testosterone.
- يدخل فى مع غيره من المواد فى بناء طبقة الجلد الخارجية corneum ولذا فإن الجلد لا ينفذ المواد الذائبة فى الماء ويمنع تبخير الماء من الجسم ولا يتأثر الجلد بالمواد الكيمائية.
- يكون مع الفوسفوليبيدات مواد بنائية، وخصوصًا فى بناء جدار الخلايا، وتتميز هذه المركبات بدورة حياة turnover بطيئة قد تصل إلى شهور أو سنين. ولهذا فهما يعملان على حماية كثير من الخلايا -وخصوصًا خلايا المخ- من التلف.

بعض وظائف الفوسفوليبيدات :

١- تعتبر من العوامل الهامة لنقل وحركة الدهون، وخصوصًا الكولسترول، ونقصها يؤدى إلى تراكم الدهون مما يسبب اضرارًا كبيرة للجسم.
٢- السفالين وهو من الفوسفوليبيدات مهم لتحفيز تجلط الدم عند اللزوم.
٣- يعمل السفنجومايلين sphingomyelin كعازل حول الألياف العصبية.
٤- مصدر لمجموعة الفوسفات phosphate اللازمة لتكوين العديد من المركبات.
٥- بناء جدر الخلايا.

وبصفة عامة يمكن إدماج وظائف الليبيدات فيما يلى :

١- مولدة للطاقة energetic :

الدهون مصدر مركز للطاقة حيث إنه عند حرق الليبيدات داخل الجسم تتولد طاقة بمعدل ٩ كالورى / ١ جم وغالبًا يقوم بهذه الوظيفة الجلسريدات الثلاثية والأحماض الدهنية الحرة.

٢- بنائية structural :

تدخل الليبيدات فى بناء جدار الخلية مثل الفوسفوليبيدات، الكولسترول، إستركولسترول.

٣- ناقلة transporting :

تقوم الليبيدات بنقل الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون كما تقوم بنقل الكاتيونات عبر جدار الخلية.

٤ ـ عازلة للكهرباء electric isolating :

تعمل الليبيدات كعازل كهربى فى غمد الأعصاب مثل سفنجوميلين sphingomylin وجليكوسفنجوليبيد glycosphingolipid.

٥ ـ استحلاب emulsifying :

تعمل بعض الدهون كمستحلب قوى يقلل من قوة الجذب السطحى فى الأمعاء ولذا تساعد فى هضم الدهون مثل أحماض الصفراء.

٦ـ ميكانيكية mechanical :

تقوم الدهون بحماية الأعضاء الداخلية من التلف والتهتك عند التعرض لأى صدمة مثل الجلسريدات الثلاثية.

٧ـ عازل للحرارة heat insulation :

تقوم الدهون الموجودة تحت الجلد بالاحتفاظ بحرارة الجسم مثل الجلسريدات الثلاثية.

٨ ـ مذيبة dissolving :

تقوم بعض المواد مثل أحماض الصفراء التى تقوم تحت الظروف الفسيولوجية بإذابة الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون فى الأمعاء.

٩ـ هرمونى hormonal :

تكون الليبيدات هرمونات الستيرودية **steroid hormones** التى تقوم بالعديد من الوظائف الفسيولوجية تنظيم الميتابوليزم وأيضًا النمو والتطور داخل الخلية. ويعتبر الكولسترول هو مولد الهرمونات الستيرودية.

كما أن البروستاجلاندينات prostaglandins وهى أشباه هرمونات والتى تخلق بكميات صغيرة عند الحاجة إليها لتأدية وظيفتها البيولوجية المطلوب فى مكان تخليقها.

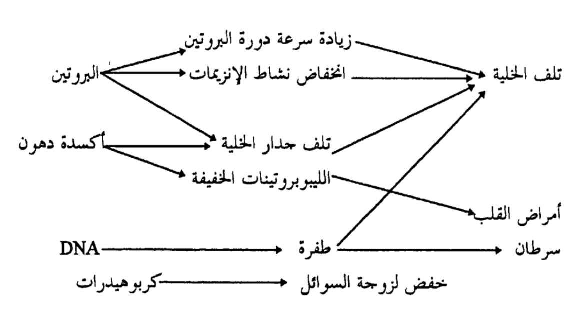
١٠ـ مولدة لبعض الفيتامينات :

فالكاروتينويدات وخصوصًا بيتاكاروتين هو مولد لفيتامين A.

المقررات اليومية للدهون Recommended Allowances for fats :

لا تشـــير الجداول إلى المقررات اليومية التى يتناولها الفرد فى اليوم، وتوصى

لجان التغذية بأن يوجد الدهن فى الغذاء بما يكفى لمد الجسم بما يعادل ٢٥٪ من السعرات الكلية (ولا يقل عن ١٥٪)، وتزيد هذه إلى ٣٠٪ للأطفال والمراهقين وعندما يزيد نشاط الفرد. على أن يشتمل الدهن فى المتوسط على $\frac{١}{٣}$ الكمية من أحماض دهنية مشبعة و $\frac{١}{٣}$ من أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع و $\frac{١}{٣}$ من أحماض دهنية عديدة عدم التشبع أى أن كل جزء يمثل ١٠٪ على الأكثر من السعرات الكلية اليومية. وألا تقل نسبة الدهون المرئية عن $\frac{١}{٣}$ إلى نصف الدهون المطلوبة. ويوصى بعدم زيادة الأحماض الدهنية غير المشبعة عن النسب السابقة وخصوصًا فى الوجبات المنخفضة فى محتواها من الدهن لأنها قد تزيد من تعرض الفرد لبعض حالات السرطان (Carper ١٩٨٧) وأن زيادة حامض **linoleic** تزيد من فرص التعرض للسرطان. إن زيادة الأحماض الدهنية غير المشبعة تعرضها للأكسدة البروكسيدية **peroxidation** وأن نواتجها قد تزيد من الطفرات ولهذا لابد من وجود نسبة كافية من مضادات التأكسد **antioxidants** مثل فيتامين E حتى لا يحدث أكسدة للروابط غير المشبعة وتكوين الأصول الحرة **free radicals** والتى تزيد من فرص التعرض للإصابة بالأمراض الخطيرة (شكل ٣-٢٧) مثل السرطان وأمراض القلب (Simopolous و Robinson ١٩٩٩).



شكل (٣-٢٧) التأثير الضار للأصول إلى للشوارد الحرة Free Radicals

ويوصى بأن تكون نسبة حامضى Linoleic إلى Linolenic هى من ٥-١٠: ١ فى الوجبة الغذائية (Erasmus ١٩٩٥).

وقد أشار Wood وآخرون (١٩٨٧) أن النسب غير المناسبة من $w_3:w_6$ تغير من طبيعة جدار الخلية ونشاط الإنزيمات وأن ارتفاع نسبة حامض اللينوليك linoleic (18:2 w-6) فى أنسجة التخزين يكون مرتبطًا بالتعرض لمرض القلب.

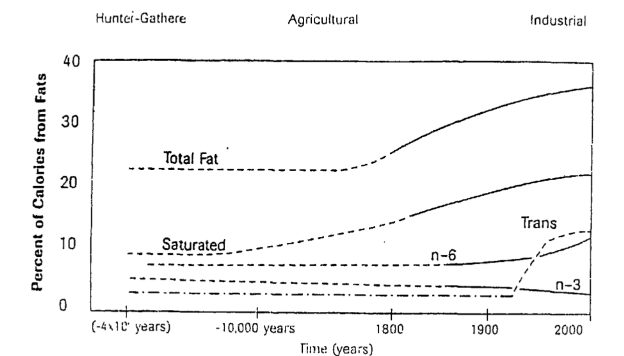
كما أن نقص الأحماض الدهنية الأساسية w-6 يمنع تحويل حامض linoleic إلى حامض arachidonic وبذا يصبح هذا الحامض غير متاح للنمو (Kinsella ١٩٩٥) وعند نقصه فى إناث الفئران أنتجت فئرانًا ذات نشاط حركى زائد (Raygada وHilakeve ١٩٩٨).

أما نقص w-6 بالنسبة إلى w-3 فأدى إلى صغر حجم مخ الفئران ورأسها بالنسبة لجسمها (Huang وآخرون ١٩٩٢) وبالنسبة لزيادة w-6 فتسببت بإصابة الفئران بالعدوانية (Hilakivi وآخرون ١٩٩٦) أما نقص w-6 فجعل الفئران أكثر عرضة للتأثر بسموم البيئة وسموم الغذاء (منظمة الصحة العالمية / منظمة الأغذية والزراعة ١٩٩٧)، أما زيادة w-3 مع نقص حامض arachidonic أثر على قدرة الفئران على التعلم (Lucas ١٩٩٧).

تغذية الدهون حول العالم :

تختلف كمية الدهون فى غذاء الإنسان، ففى الدول المتقدمة توجد الدهون بما يعادل ٢٨ - ٣٧٪ من السعرات الكلية، أما فى بعض الدول النامية فإن نسبة الدهون ١٨-٢٥٪. والدهون موجودة فى غذاء كل الناس، ولا تخلو أى وجبة من استعمال الدهون.

وقد تغير نمط استهلاك الدهون منذ فجر التاريخ حسب نوعية الغذاء المتاح، فقد حدثت تغيرات كبيرة منذ عصور ما قبل التاريخ عندما كان الإنسان يعتمد على صيد الطيور والحيوانات البرية مرورًا بعصر الزراعة حتى الدخول فى عصر الصناعة (شكل ٣-٢٨).



شكل (٣-٢٨) تغير استهلاك الدهن منذ فجر التاريخ

* المصدر : Simopolous وRobinson (١٩٩٩)

يوضح الشكل انخفاض استهلاك الدهون من المصادر الطبيعية وزيادة استهلاك الدهون المشبعة والأحماض الدهنية من عائلة w-6 وزيادة استهلاك الزيوت غير المشبعة المناظرة (trans) واستهلاك كمية بسيطة من عائلة w-3 تقل عن احتياج الفرد (Jonas ١٩٩٧) وكما سبق فإن هذا النمط من التغذية له آثاره السلبية على صحة الإنسان.

متوسط استهلاك الدهون فى العالم :

يوضح جدول (٣-١٣) متوسط نصيب الفرد من الدهون حول العالم بين عامى ١٩٦١/ ١٩٩٠.

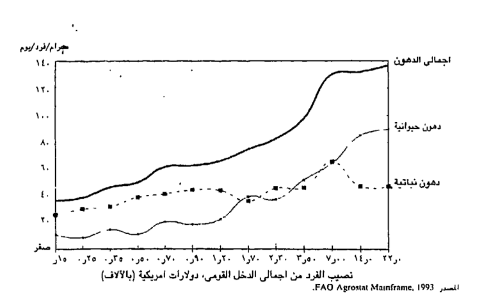
جدول (٣-١٣) متوسط نصيب الفرد من الدهون ونسبة الطاقة المستمدة وفق المجموعات الاقتصادية*

البلد	الدهون جم / فرد / يوم		التغير	معدل الطاقة المستمدة من الدهون ٪	
	١٩٦١	١٩٩٠	٪	١٩٦١	١٩٩٠
البلدان النامية	٢٨	٥٠	٧٨	١٣	١٨
أفريقيا	٣٨	٤٢	١٣	١٦	١٨
الشرق الأقصى	٢٢	٥	١٠٥	١١	١٦
الشرق الأوسط	٤٦	٧٢	٥٦	١٩	٢٢
أمريكا اللاتينية	٥١	٧٥	٤٧	٢٠	٢٥
البلدان المتقدمة	٩٣	١٢٨	٣٨	٢٨	٣٤
روسيا	٦٩	١٠٧	٥٥	٢٠	٢٨
اسبانيا	١٢٥	١٣٨	١٠	٣٦	٣٦
أوربا	١٠٤	١٤٣	٣٧	٣٢	٣٧
أمريكا	١٢٤	١٥١	٢٢	٣٧	٣٧

* المصدر FAO Agrostat PC 1993

ويتضح من الجدول أن معدل الاستهلاك قد زاد فى الدول النامية بين عامى ١٩٦١ - ١٩٩٠ بنسبة ٧٨٪ فى حين كانت الزيادة فى الدول المتقدمة تعادل ٣٨٪ وهى تغيرات متباينة؛ فبعد أن كان نصيب الفرد فى إفريقيا عام ١٩٦١ يفوق مثيله فى الشرق الأقصى، حدث العكس عام ١٩٩٠. كما أن معدل الزيادة كان ضئيلاً فى بعض البلدان مثل إسبانيا وأفريقيا.

أما نصيب الفرد من الدهون النباتية والحيوانية فى بعض دول العالم حسب الدخل (شكل ٣-٢٩) يتضح من الشكل أن هناك زيادة مضطردة فى البلاد التى يتراوح الدخل فيها بين ١٥٠ دولار و٣٥٠ دولار. أما فى البلاد التى يتراوح دخل الفرد السنوى فيها بين ٣٥٠ و٧٠٠٠ دولار فوجد ازدياد حاد فى إجمالى الدهن المستهلك بينما لم يطرأ أى تغيير فى البلاد التى يقل الدخل فيها عن ٧٠٠٠ دولار.

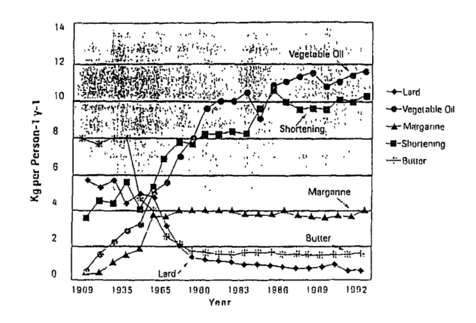


شكل (٣-٢٩) نصيب الفرد من الدهون والزيوت حسب متوسط دخل الفرد فى بعض دول العالم

ويلاحظ أن استهلاك الفرد من الدهون الحيوانية والنباتية قد ازداد بمعدلات متماثلة وأن مقدار الدهن الحيوانى المستهلك يزداد بسرعة حينما يقل دخل الفرد عن ٩٠٠ دولار، وأن مقدار الدهن النباتى المستهلك ينخفض عندما يزيد دخل الفرد على ٧٠٠٠ دولار.

وبتتبع استهلاك نوعية الزيوت والدهون خلال القرن العشرين نجد أنه حدثت تغيرات عديدة؛ فمثلاً فى الولايات المتحدة الأمريكية نجد أنه عند بدية القرن العشرين كان استهلاك الزبد مرتفعًا ولكنه انخفض عند نهاية القرن العشرين (شكل ٣-٣٠) بينما كان استهلاك الزبدة والزيوت المهدرجة منخفضًا عند ابتداء القرن العشرين إلا

أنه ارتفع عند نهاية القرن. وهذا يعكس التغير فى نوعية الأحماض الدهنية المستهلكة، الذى ينعكس بدوره على صحة الفرد ومدى إصابته بالأمراض المختلفة.



شكل (٣-٣٠) تغير استهلاك الدهون فى الولايات المتحدة خلال القرن العشرين

المصدر : **Simopolous وRobinson (١٩٩٩).**

الباب الرابع

البروتينـــات

PROTEINS

البروتينات

PROTEINS

كلمة البروتين معناها الـذى يـأتى أولاً، وأول مـن أطلـق هـذا المصطلح هـو Gerardus Nulder (١٨٠٢ - ١٨٨٢) وهو كيميائى دانمركى، لأنه كان يعتقـد أنـه ليس هناك نقاش فى أن البروتين يدخل فى المركبـات العضويـة المعروفـة. وقـد حـاول الكيميائيون الأوائل دراسة طبيعة المواد الحيوانية والنباتية بتقطير العينـات المختلفـة وقـد أدى هذا إلى عمل جهـاز الهضـم البخـارى Steam-digestor بواسـطة Denis Papin (١٦٤٧ - ١٧١٢) الفيزيقى الفرنسى الذى وضع الأسس لدراسة الـبروتين، وصمـم أجهزة لتنعيم العظام لاستخراج الجيلاتين... وقد استرعت المواد الجيلاتينية المسـتخرجة من العظام واللحوم، انتباه العلمـاء واعتبروهـا مـن المـواد الحيوانيـة الحقيقيـة، وأطلقـوا عليها اصطلاح مواد زلالية albuminous لتشير إلى المـواد الحيوانيـة. وكـان Mulder أول من ذكر أن المواد الزلالية تحتوى فى تركيبها البنائى على وحدة عامة أطلق عليهـا البروتين.

وجاءت بعد ذلك الكثير من الدراسات التى قام بها علماء فى القـرن التاسع عشر والقرن العشرين مما أدى إلى معرفة الكثير عن البروتين كما أدى إلى فهـم طبيعتـه فى جسم الإنسان، بل لقد أمكن تكوينها.

ويوجد البروتين فى جسم الإنسان بنسبة ١٩٪ تقريبًا وهى تلى نسبة الماء فـى الجسم، ويوجد حوالى ٤٥٪ من بروتين الجسم فى العضلات muscles وحوالى ١٨٪ فى الهيكل العظمى skeleton، بينما يوجد فى الجلد بنسبة ١٠٪ وفى أنسجة التخزيـن adipose tissue بنسبة ٤٪ (جدول ٤-١).

جدول (٤-١) توزيع البروتين فى جسم الإنسان

لفرد طوله ١٦٨سم ووزنه ٥٣,٨ كجم

	جم
البروتين الكلى (ن × ٦,٢٥)	١٠٠٠٦
العضلات الإرادية	٤٦٨٠
الهيكل العظمى	١٨٦٤
الجلد	٩٢٤
أنسجة التخزين	٤٦١
هيموجلوبين	٧٥٠
ألبيومين	٢٥٠

وهذه البيانات مفيدة، ولكنها تكون أكثر فائدة إذا عرفت نسبة التجديد اليومى للخلايا بالجسم وكذا العوامل التى تقوم بدور فى هذا التجديد.

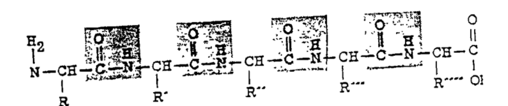
تركيب البروتينات Composition of Proteins :

تتركب البروتينات من كربون (٥١-٥٥٪) وهيدروجين (٦-٧٪) وأكسجين (٢١-٢٣٪) ونيتروجين (١٥-١٨٪)، وقد يوجد كبريت (٣,-٢,٥٪) وفوسفور وحديد ويود وكوبلت، ويعتبر النيتروجين من العناصر المميزة للبروتين حيث إنه لا يوجد فى الكربوهيدرات أو الدهون، بينما يوجد فى البروتين فى المتوسط بنسبة ١٦٪. وتوجد أنواع كثيرة من البروتين فى الطبيعة، وتختلف البروتينات سواء فى النبات أو الحيوان من نسيج إلى نسيج، كما تختلف الأنسجة المماثلة فى الأنواع المختلفة، والوزن الجزيئى للبروتين كبير يتراوح بين ٥٠٠٠، ٥٠٠٠٠٠، بعض البروتينات فى حالتها الطبيعية تذوب فى الماء وبعضها لا يذوب، ووحدة تركيب البروتين هى الأحماض الأمينية التى تتميز بوجود مجموعة كربوكسيلية COOH (Carboxyl group) ذات الخواص الحامضية ومجموعة أمينية NH_2 (Amino group) بخواصها القاعدية، وتوجد المجموعتان على نفس ذرة الكربون. والتركيب الأساسى للحامض الأمينى هو (شكل ٤-١).

$$
\begin{array}{c}
\mathrm{H} \\
| \\
\mathrm{R-C-COOH} \\
| \\
\mathrm{NH_2}
\end{array}
$$

شكل (٤-١) التركيب الأساسى للحامض الأمينى

حيث تمثل R الجزء الباقى من الحامض، ويوجد حوالى ٢٠ حامض أمينى فى المركبات العضوية، وترتبط الأحماض الأمينية معًا فى جزىء البروتين برابطة بيبتيدية peptide linkage (شكل ٤-٢).



شكل (٤-٢) الرابطة البيبتيدية

حيث ترتبط المجموعة الأمينية من حامض أمينى بالمجموعة الكربوكسيلية فى حامض آخر مع استبعاد جزىء ماء، وعند اتصال أى حامضين أمينيين بالرابطة البيبتيدية فإنهما يكونان جزءًا من سلسلة بيبتيدية peptide chain ويمكن أن يوجد الحامض الأمينى بأى كمية وفى أى مكان من السلسلة البيبتيدية، وهذه الأحماض الأمينية، رغم أن عددها ٢٠، إلا أنها تكون عددًا كبيرًا لا يحصى من البروتينات المتنوعة الحيوانية والنباتية.

بناء البروتين Protein Structure :

تختلف البروتينات من حيث محتواها من الأحماض الأمينية كما تختلف فى كيفية بناء البروتين structure وتنظيم organization السلاسل البيبتيدية. ويلاحظ أن خصائص البروتين ونشاطه الحيوى biological activity يعتمد على تركيب الأحماض الأمينية وتتابعها وتنظيم السلاسل البيبتيدية. وقد أظهرت الدراسات أن بناء جزىء البروتين وتنظيمه له أربعة مستويات :

١ـ البناء الأولى Primary structure :

يقصد بالبناء الأولى دراسة الأحماض الأمينية الموجودة فى الجزىء وكيفية تتابعها فى السلسلة الببتيدية (شكل ٤-٣أ).

ويلاحظ أن تتابع الأحماض الأمينية قد يكون عاملاً مهمًا فى وظيفة البروتين ففى بعض الأمراض الوراثية مثل الأنيميا المنجلية Sickle cell anemia فإن ظهورها يرجع إلى استبدال أحد الأحماض الأمينية وراثيًا فى الهيموجلوبين وهذه الأنيميا تعمل على تحليل الدم وكرات الدم الحمراء وانسداد الأوعية الدموية وتجلط الدم.

٢ـ التركيب الثانوى Secondary structure :

ويقصد بالتركيب الثانوى هو شكل السلسلة الببتيدية حيث تلتف folds فى صورة حلزونية ويثبت وضع السلسلة بواسطة روابط هيدروجينية (شكل ٤-٣ب).

٣ـ التركيب الثالثى Tertiary structure :

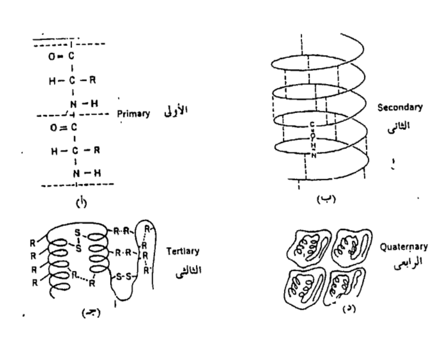
يشير هذا المستوى من البناء لدراسة كيفية التفاف السلسلة فى تكوين قريب من الكروى أو البيضاوى (شكل ٤-٣ جـ) مثل البروتينات الكروية globular أو فى شكل قضبان rods مثل البروتينات الليفية fibrous.

وكذا يهتم بدراسة العلاقة بين مواضع الأحماض الأمينية فى السلسلة ويثبت هذا الوضع بواسطة روابط هيدروجينية أو روابط ثنائية الكبريت disulfide.

٤ـ التركيب الرابعى Quaternary structure :

يوجد التركيب الرابعى فى البروتين حالة احتوائه على اثنين أو أكثر من السلاسل الببتيدية وتثبت السلاسل بواسطة روابط هيدروجينية أو كهربية electrostatic أو ملحية salt bonds (شكل ٤-٣ د) وهذه البروتينات يطلق عليها اسم أوليجومر Oligomers، وكل سلسلة ببتيدية من هذا البروتين يطلق عليها بروتومر protomer، أو مونومر monomer. ومن أمثلة هذه البروتينات hemoglobin، والببسين pepsin.

وتلعب هذه الأوليجومرات دورًا هامًا ومنظمًا فى الخلية لأن كل بروتومر يمكنه أن يغير من شكله الخارجى وتنظيمه، وذلك حسب الظروف المحيطة مما ينتج عنه تغيير فى خصائص الأوليجومر.



شكل (٤-٣) التركيب البنائى للبروتين

أقسام البروتينات Classification of Proteins :

وقد قسم Kleiner & Orten (١٩٦٢) البروتينات إلى :

١- بروتينات بسيطة Simple Proteins

٢- بروتينات مركبة Compound Proteins

٣- بروتينات مشتقة Derived proteins

١ـ البروتينات البسيطة :

وهى البروتينات التى تتكون من أحماض أمينية أو مشتقاتها، ومن أمثلتها:

- **البيومينات Albumins** : وهى بروتينات تذوب فى الماء وتتخثر coagulate بالحرارة، ويمكن ترسيبها بواسطة محلول الملح المركز. ومن أمثلتها لاكتالبيومين

Lactalbumin والبيومين السيرم Serum albumin. ويحمل البروتين شحنات سالبة وهو بروتين حامضى ودرجة التعادل الكهربى عند pH ٤,٧ نظرًا لاحتوائه على حامض glutamic بنسبة كبيرة. وله خاصية امتصاص adsorption عالية للمجاميع القطبية وغير القطبية ولذا فهو ينقل العديد من المركبات كما أنه ينظم نقل السوائل من وإلى الخلية.

- **الجلوبيولينات Globunlins** : وهى بروتينات تذوب فى المحاليل المخففة للأحماض والقلويات ولكنها لا تذوب فى الماء النقى أو المحاليل المركزة أو متوسطة التركيز للأملاح. وتتخثر بالحرارة، ومن أمثلتها جلوبيلومين السيرم. وهو من البروتينات المتعادلة، ودرجة التعادل الكهربى عند pH ٦- ٧,٣. وله أنواع الفاجلوبيولين وبتاجلوبيولين التى تكون ليبوبروتينات الدم كما سبق. أما النوع الثالث فهو جاما جلوبيولين وهو مادة الأجسام المضادة antibodies.
- **الجلوتلينات Glutelins** : وهى بروتينات تذوب فى الأحماض أو القلويات المخففة ولكنها لا تذوب فى المحاليل المتعادلة وتتخثر بالحرارة. ومن أمثلتها جلوتنين القمح glutenin هوردنين hordenin الشعير وأرزنين orzynin الأرز، ولكنها لا تذوب فى الكحول المطلق والماء.
- **البرولامينات Prolamines** : وهى بروتينات تذوب فى كحول تركيزه ٧٠- ٨٠٪ ولكنها لا تذوب فى الكحول المطلق والماء والمحاليل المتعادلة، وهى غنية فى الأرجنين مثل هردوين الشعير، زاين zein الذرة وجلايدين القمح gliadin ويتميز القمح بتكوين الجلوتين gluten وهو مكون من نوعين من البروتين هما الجلايدين والجلوتينين نتيجة العجن.
- **البيومينويدات albiominoids (Scleroproteins)** : وهى أساسًا بروتينات مثل البروتيات البسيطة ولكنها لا تذوب فى المحاليل المتعادلة والأحماض والقلويات المخففة، ومن أمثلتها البروتينات فى الأنسجة الدعامية مثل الكيراتين keratin فى الشعر، الكولاجين Collagen وفيبرين fibrin الجلطة الدموية والإلستين elasin فى جدر الأوعية الدموية. والكولاجين هو البروتين الأساسى فى الأنسجة الضامة ويحتوى على نسبة عالية من الأحماض الأمينية glycine وproline وhydroxy proline.

– **الهستونات Histones** : وهى بروتينات تذوب فى الماء وفى المحاليل المخففة ولا تذوب فى محاليل الأمونيا المخففة، وتتخثر بالحرارة، ويغلب عليها فى تركيبها الأحماض القاعدية فهى غنية فى الحامض الأمينى lysine والأرجنين arginine. ودرجة التعادل الكهربى عند pH ٩,٥ – ١٢. وهو يرتبط مع DNA بنسبة ١ : ١ برابطة كهربية حيث يحمل الهستون شحنة موجبة بينما يحمل DNA شحنة سالبة. ويوجد فى الكروماتين وفى تكوين النيكليوبروتين nucleoprotein وفى الريبوزومات ribosomes فى سيتوبلازم الخلية. وهو يدخل فى تكوين النكليوسومات nucleosomes وهى وحدات تكوين الكروماتين chromatin. وهو يحافظ على ثبات تركيب DNA وله وظيفة تنظيمية بتدخله فى الشفرة المنقولة من DNA إلى RNA.

– **البروتامينات Protamines** : وهى بيبتيدات عديدة تذوب فى الماء ومحلول الأمونيوم ولا تتخثر بالحرارة ويغلب عليها فى تركيبها الأحماض الأمينية القاعدية وخصوصًا الأرجنين arginine الذى يكون ٨٠٪ وتحمل شحنة سالبة وتوجد غالبًا فى الخلايا وترتبط مع DNA ويمكن أن يحل محل الهستونات فى بعض الخلايا التى لا تنقسم لأن ليس له وظيفة تنظيم DNA. وهو يحمل أسماء مختلفة حسب مصدره: Salmin من السالمون، bruttin من trout، وclupin من herring، وscombrine من الماكاريل.

٢ـ البروتينات المركبة Compound Proteins (Proteids) :

وهى البروتينات التى يتحد معها مواد غير بروتينية prosthetic group ومنها:

– **نكليوبروتينات Nucleoproteins** : وهى بروتينات متحدة مع أحماض نووية nucleic acids مثل اتحاد (histone مع DNA) مثل nucleohistone وتوجد فى بعض الغدد والنواة والكروموسومات.

– **الجليكوبروتينات Glycoproteins** والبروتيوجلايكانات Proteoglycans وهى بروتينات متحدة مع كربوهيدرات كما سبق.

- **الفوسفوبروتيات Phosphoproteins** وهى بروتينات يتحد معها مركبات بها فوسفور مثل كازين اللبن.
- **الكروموبروتينات Chromoprotein**: وهى بروتينات متحد معها مجموعة كرومو فورية chromophoric group مثل الهيموجلوبين وسيتوكروم والفلافوبروتين.
- **الليبوبروتينات Lipoproteins** وهى الليبيدات متحد معها بروتينات كما سبق ذكره.
- **البرتيوليبيدات Proteolipids** وهى بروتينات متحدة مع ليبيدات وتوجد فى النخاع mylin كما سبق.
- **الميتالوبروتينات Metalloproteins** وهى البروتينات المتحد معها معادن مثل النحاس (سرولوبلازمين (Ceroplasmin) أو حديد (سيدروفيلين Sidorophilin).

٣ـ البروتينات المشتقة Derived Proteins :

وهى المركبات التى تنتج من تحليل البروتينات مثل البرويتوزات Proteoses، البيبتونات Peptones والبيبتيدات، وهى سلاسل بيبتيدية تحتوى على اثنين وأكثر من الأحماض الأمينية.

البيبتيدات Peptides :

تحتوى البيبتيدات على اثنين أو أكثر من الأحماض الأمينية، وإذا احتوت على أكثر من عشرة أحماض أمينية فيطلق عليها عديدات البيبتيدات Polypeptides وعادة للسلسلة البيبتيدية طرفان يحتوى أحدهما على المجموعة الكربوكسيلية ويكتب على اليمين والطرف الآخر يحتوى المجموعة الأمينية ويكتب على اليسار.

وحتى وقت قريب لم يعرف عن هذه البيبتيدات إلا القليل، وقد وجد أنها تؤدى فوائد عدة للجسم إلا أن لبعضها آثار ضارة.

ومن البيبتيدات :

١- **كارنوسين Carnosine** وهى سلسلة بيبتيدية ثنائية تحتوى على B-alanine وتوجد فى العضلات.

٢- **أنسرين anserine** وهى سلسلة بيبتيدية ثنائية عبارة عن Carnosine يضاف له مجموعة ميثيل methyl وتوجد فى العضلات.

٣- **جلوتاثيون Glutathione** وهى سلسلة ببتدية ثلاثة تحتوى على الأحماض الأمينية glutamic acid وcystiene وglycine وتستخدم فى عمليات التأكسد والاختزال. كما أنها لازمة لفعل هرمون الأنسولين وبعض الإنزيمات.

٤- **أكسيتوسين Oxytocin** وهو أحد هرمونات الغدة النخامية وله دور فى انقباض عضلات الرحم وحركته وكذا فى إفراز اللبن. و Vasopressin وهو من هرمونات الغدة النخامية أيضًا وهو يؤثر فى درجة نفاذية الأنابيب والأوعية للمياه بالجسم وخصوصًا فى حالة الجفاف حيث يلجأ للجسم للاحتفاظ بالماء.

٥- **بعض المضادات الحيوية antibiotics** مثل: penicillin وهو مشتق من D-Valine أو Tyrocidine D-Cyteine وgramicidin.

الأحماض الأمينية Amino Acids :

الأحماض الأمينية هى وحدة بناء البروتين، ويعرف منها حوالى ٢٠-٢٢ حامض أمينى أهمها:

ألانين	Alanine	لايسين	Lysine
أرجنين	Arginine	ميثايونين	Methionine
حامض الاسبرتيك	Aspartic acid	فنيل الانين	Phenylalanine
سستئين	Cysteine	برولين	Proline
حامض الجلوتاميك	Glutamic acid	سيرين	Serine
جليسين	Glycine	ثريونين	Threonine
هستيدين	Histidine	تربتوفان	Tryptophan
هيدروكسى برولين	Hydroxy proline	تيروسين	Tyrosine
أيسولوسين	Isoleucine	فالين	Valine
لوسين	Leucine		

أقسام الأحماض الأمينية :

تنقسم الأحماض الأمينية حسب دخولها فى تركيب البروتين وتركيبها وخصائصها، وتحويلها إلى كربوهيدرات أو دخول داخل الجسم (الميتابوليزم)، وقدرة الجسم على تكوينها.

أولاً : تقسيم الأحماض الأمينية حسب دخولها فى تركيب البروتين :

تنقسم إلى قسمين :

١ – أحماض بروتيوجينكية proteogenic وهى التى تدخل فى تركيب البروتين.

٢ – أحماض غير بروتيوجينكية non-proteogenic وهى التى لا تدخل فى تركيب البروتين ولكن تدخل فى تكوين مركبات نتروجينية غير بروتينية.

بالإضافة إلى ذلك فيوجد أحماض أمينية قليلة الوجود مثل هيدروكسى برولين OH-proline وهيدروكسى ليسين OH-Lysine وحامض الستريك الأمينى amino citric acid. كما يوجد أحماض أخرى لا تدخل فى تركيب البروتين ولكن توجد حرة فى الخلية وهى عبارة عن نواتج ميتابوليزم metabolites مثل أورنثين ornithine وسترولين citrulline وهى مركبات وسطية لتكوين الحامض الأمينى الأرجنين arginine كما تدخل فى تكوين دورة اليوريا urea cycle وأيضًا حامض جاما بيوتريك γaminobutyric يوجد حرًا ويعمل كناقل عصبى.

وحامض بتا الانين B-alanine زيوجد فى حامض بنتوثنيك pantothenic acid المعروف الآن باسم فيتامين B_5 الذى يعمل كمرافق إنزيم للعديد من التفاعلات. كما يدخل هذا الحامض فى تكوين سلاسل بيبتيدية ثنائية تدخل فى تركيب العضلات مثل الكارنوسين. بعض الأحماض الأمينية التى لا تدخل فى تركيب البروتين موجودة فى النبات ولكنها تعتبر سامة بالنسبة للإنسان مثل canavanine و B-cyanoalanine.

ثانيًا : تقسيم الأحماض الأمينية حسب تركيبها وخصائصها :

تنقسم الأحماض الأمينية حسب شكل الهيكل الكربونى إلى أحماض ذات سلسلة مستقيمة وأخرى حلقية... كما فى شكل (٤-٢).

كما تنقسم حسب عدد المجاميع الحامضية والقاعدية بها وذلك إلى أحماض متعادلة، وأحماض حامضية، وأخرى قاعدية (شكل ٤-٢).

جدول (٤-٢) تقسيم الأحماض الأمينية

Common Name	Chemical Name	Formula: Empirical	Formula: Structural
Neutral Amino Acids - Monoamino-monocarboxylic Amino Acids.			
Aliphatic			
Glycine	Aminoacetic acid	$C_2H_5O_2N$	$NH_2CH_2.COOH$
Alanine	α-Aminopropionic acid	$C_3H_7O_2N$	$CH_3.CHNH_2.COOH$
Serine	β-Hydroxy-α-aminopropionic acid	$C_3H_7O_3N$	$CH_2OH.CHNH_2.COOH$
Threonine	β-Hydroxy-α-aminobutyric acid	$C_4H_9O_3N$	$CH_3.CHOH.CHNH_2.COOH$
Valine	α-Aminoisovaleric acid	$C_5H_{11}O_2N$	$(H_3C)(H_3C)>CH.CHNH_2.COOH$
Leucine	α-Aminoisocaproic acid	$C_6H_{13}O_2N$	$(H_3C)(H_3C)>CH.CH_2.CHNH_2.COOH$
Isoleucine	β-Methyl-α-aminovaleric acid	$C_6H_{13}O_2N$	$CH_3.CH_2.CH(CH_3).CHNH_2.COOH$
Aromatic			
Phenyl-alanine	β-Phenyl-α-aminopropionic acid	$C_9H_{11}O_2N$	$C_6H_5-CH_2.CHNH_2.COOH$
Tyrosine	β-Parahydroxy-phenyl-α-amino-propionic acid	$C_9H_{11}O_3N$	$HO-C_6H_4-CH_2.CHNH_2.COOH$
Sulfur-containing			
Cystine*	Di-(β-thio-α-aminopropionic acid)	$C_6H_{12}O_4N_2S_2$	$CH_2CHNH_2.COOH-S-S-CH_2.CHNH_2.COOH$ (Cystine) $\xleftrightarrow{2H}$ $2\ CH_2.CHNH_2.COOH-SH$ (Cysteine)
Methionine	γ-Methylthiol-α-amino-n-butyric acid	$C_5H_{11}O_2NS$	$CH_3.S.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH$
Iodine-containing			
Iodogorgoic acid	3, 5-Diiodotyrosine	$C_9H_9O_3NI_2$	$HO-C_6H_2I_2-CH_2.CHNH_2.COOH$

تابع جدول (٤-٢) تقسيم الأحماض الأمينية

Common Name	Chemical Name	Formula	
		Empirical	Structural
Triiodo-thyronine	α-[3, 5-Diiodo-4-(3'-iodo-4'-hydroxy-phenoxy)phenyl-alanine]	$C_{15}H_{12}O_4NI_3$	I, I, HO, -O-, CH_2.CHNH$_2$.C(, I
Thyroxin*	α-[3, 5-Diiodo-4-(3', 5'-diiodo-4'-hydroxyphenoxy) phenyl-alanine]	$C_{15}H_{11}O_4NI_4$	I, I, HO, -O-, CH_2 CH[illegible].CC, I, I
Heterocyclic			
Tryptophan	β, 3-Indol-α-amino-propionic acid	$C_{11}H_{12}O_2N_2$	CH_2.CHNH$_2$.COOH, N, H
Proline	α-Pyrrolidine-carboxylic acid	$C_5H_9O_2N$	H_2C—CH_2, H_2C, N, CH—COOH, H
Hydroxy-proline†	γ-Hydroxy-α-pyrrolidinecar-bo ylic acid	$C_5H_9O_3N$	HO—CH—CH_2, H_2C, N, CH—COOH, H
Histidine	β, 4-Imidazolyl-α-aminopropionic acid	$C_6H_9O_2N_3$	HC═C—CH_2.CHNH$_2$COOH, HN, N, C, H

Acid Amino Acids - Monoamino-dicarboxylic Amino Acids.

Common Name	Chemical Name	Empirical	Structural
Aspartic acid	α-Aminosuccinic acid	$C_4H_7O_4N$	HOOC.CH_2.CHNH$_2$.COOH
Glutamic acid	α-Aminoglutaric acid	$C_5H_9O_4N$	HOOC.CH_2.CH_2.CHNH$_2$.COOH

These amino acids also occur in proteins as the mono amides, asparagine and glutamine.

$$H_2N.\overset{\overset{O}{||}}{C}.CH_2.CHNH_2.COOH$$

Asparagine

$$H_2N.\overset{\overset{O}{||}}{C}.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH$$

Glutamine

Basic Amino Acids - Diamino-monocarboxylic Amino Acids.

The first three are the hexone bases, each containing six carbon atoms.

Arginine	δ-Guanidyl-α-aminovaleric acid	$C_6H_{14}O_2N_4$	$H_2N.\underset{\underset{NH}{||}}{C}.NH.CH_2.CH_2.CH_2CHNH_2COOH$
Lysine	α, ε-Diamino-caproic acid	$C_6H_{14}O_2N_2$	$H_2NCH_2.CH_2.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH$
Hydroxy-lysine	α, ε-Diamino-5-hydroxycaproic acid	$C_6H_{14}O_3N_2$	$H_2NCH_2.CHOH.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH$
Ornithine*	α, δ-Diaminovaleric acid	$C_5H_{12}O_2N_2$	$H_2NCH_2.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH$
Citrulline*	δ-Carbamido-α-aminovaleric acid	$C_6H_{13}O_3N_3$	$O{=}C(NH_2)(NH.CH_2.CH_2.CH_2.CHNH_2.COOH)$

وتعتبر الأحماض الأمينية البكتروليتات أمفوتيرية amphoteric electerolytes نظرًا لما تحمله من مجاميع حامضية وقاعدية كما سبق.

المجاميع الحامضية Acidic groups :

١- المجموعة الكربوكسيلية carboxylic groups

1- ($-COOH \rightarrow -COO^- + H^+$)

٢- المجموعة الأمينية التى تحمل بروتون protonated α-amino group

2- ($NH_3^+ \rightarrow -NH_2 + H^+$)

المجاميع القاعدية Basic groups :

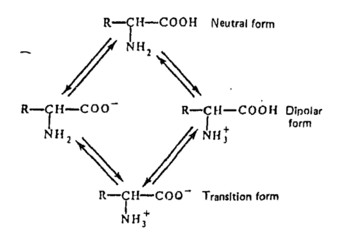
١- المجموعة الكربوكسيلية التى فقدت H^+

($-COO^- + H^+ \rightarrow COOH$)

٢- المجموعة الأمينية α-amino group

($-NH2 + H^+ \rightarrow NH_3$)

ويوجد الحامض الأمينى فى المحلول فى ثلاث صور (شكلى ٤-٤، ٥).



شكل (٤-٤) صور وجود الحامض الأمينى فى المحلول

R-CH-COOH NH_3^+	R-CH-COO– NH_3^+	R-CH-COO⁻ NH_2
تركيب الحامض الأمينى في وسط حامض قوى ويحمل شحنة موجبة	تركيب الحامض الأمينى ويحمل شحنة سالبة وشحنة موجبة أى أنه فى حالة تعادل	تركيب الحامض الأمينى فى وسط قلوى ويحمل شحنة سالبة

شكل (٤–٥) الخاصية الأمفوتيرية للبروتينات

ثالثًا : تقسيم الأحماض الأمينية حسب تحويلها فى الجسم إلى كربوهيدرات أو دهون داخل الجسم (الميتابوليزم) :

تنقسم الأحماض الأمينية حسب الميتابوليزم إلى :

١- أحماض أمينية جليكوجنية glycogenic وهى التى تعطى كربوهيدرات جلوكوز جليكوجين وهى الأحماض : glycine, alanine, serine, threonine, valine, glutamic, aspartic, histidine, arginine, methionine, proline, hydroxyproline, cysteine.

٢- أحماض أمينية كيتوجينية ketogenic وأيضًا جليكوجينية هى :
isoleucine, lysine, phenylalanine, tyrosine.

٣- أحماض كيتوجينية فقط هى : حامض leucine.

رابعًا : تقسيم الأحماض الأمينية حسب قدرة الجسم على تكوينها :

تنقسم الأحماض الأمينية حسب قدرة الجسم على تكوينها حسب احتياجه منها إلى: أحماض أمينية أساسية essential، أحماض أمينية نصف أساسية semi-essential وأحماض أمينية غير أساسية non-essential.

الأحماض الأمينية الأساسية Essential Amino Acids :

ظهر فى سنة ١٩٣٨ اتجاه جديد لتقدير القيمة التغذوية للبروتين، فقد كان يجرى تغذية الفئران على البروتين المختبر كما كان يتبعها Osborsne Mendel (سنة ١٩١١ – سنة ١٩٢٤) وذلك بعد أن عرف حوالى ٩ أحماض أمينية فى الفترة (١٩٢٤ – ١٩٣٨) وأمكن عزلهم وكان William Rose فى جامعة Ellinois بالولايات المتحدة الأمريكية أول من أجرى تجاربه المشهورة على فيران Albino Rats لدراسة القيمة التغذوية لكل حامض أمينى على حدة، حيث كان يدرس فى كل تجربة

أثر غياب أحد الأحماض الأمينية على نمو الفئران، وقد لاحظ أن نمو الفئران كان يتعثر عند غياب بعض الأحماض الأمينية، وإن كان غياب البعض الآخر لا يؤثر على النمـو، ولذا فقد عرف أنه لابد من وجود بعض الأحماض الأمينية فـى الغـذاء وهـو مـا أطلـق عليه اسم الأحماض الأ مينية الأساسية.

والأحماض الأمينية الأساسية هى التـى لا يمكـن للجسـم أن يكونهـا بالسـرعة والكميـة اللازمـين لسـد حاجـة الجسـم، ويلاحـظ أن الإنسـان إذا تنـاول كميـة مـن الأحماض الأمينية أكثر من احتياجه للبناء أو التجديد أو الصيانة، فإن هذا الجزء الزائـد لا يخزن للاستفادة منه فيما بعد بل أنه إما أن يدخل فى عمليات الميتـابوليزم أو يخرجـه الإنسان خارج الجسم كما ظهر مـن تجـارب Brain & Stammers (١٩٥١) علـى الإنسان.

والأحماض الأمينية الأساسية للشخص البالغ هى:

Tryptophan, Threonine, Phenylalanine, Methionine, Leucine, Isoleucine, Valine, Lysine.

أما للأطفال فإنهم بالإضافة إلى ماسـبق يحتـاجون إلى Histidine وأحيانًـا قـد يكون Arginine أساسيًا بالنسبة للاطفال، ولكن أظهـرت تجـارب (Holt ١٩٦١) أن Arginine حامض أمينى غير أساسى بالنسبة للأطفال.

الأحماض الأمينية نصف الأساسية Semi-essential :

يعتبر كل من Tyrosine وCysteine أحماضًا أمينية نصف أساسية، حيـث أنـه لا يمكـن للفـرد تكوينهـا ولكـن يمكـن للجسـم أن يقـوم بتحويـل الحـامض الأمينـى Phenylalanine إلى Tyrosine وكذلك بالنسبة إلى Cysteine حيث يمكن للجسـم أن يكونه مـن الحـامض الأمينـى Methionine ويمكـن أن يحـل Tyrosine محـل مقـررات Phenylalanine بنسـبة ٥٠٪، وكذلـك Cysteine يمكنـه أن يحـل محـل Methionine بنسبة ٣٠٪.

ويشير Stroev (١٩٨٩) أن فى بعـض حـالات يصبـح arginine وhistidine حامضين نصف أساسين، حيث إنه فـى بعـض الحـالات لا يكـوّن الإنسـان كميـات كافية منهما، ولذا ينبغى أن يحصل الإنسان على جزء منهما عن طريق الغذاء.

ولقيام الأحماض الأمينية بوظيفة البناء لابد من وجود كل الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية معًا فى وقت واحد وبالكميات اللازمة فى مكان تخليق البروتين فإذا كانت كمية الأحماض الأمينية غير الأساسية غير كافية، فعلى الجسم أن يقوم بتكوينها أثناء عمليات الميتابوليزم.. أى أن تكوين البروتين لا يتوقف فقط على كمية الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة بالغذاء، بل يتوقف أيضًا على السرعة التى يكوِّن بها الجسم الأحماض الأمينية غير الأساسية.

الأحماض الأمينية غير الأساسية Non-essential Amino Acids :

لا ينبغى أن يضللنا مصطلح، غير أساسى فنظن أنه يقلل من أهمية الأحماض الأمينية غير الأساسية ذلك لأن معناه فقط هو أن الجسم يمكنه أن يكونها حسب احتياجه، حيث يستطيع الجسم أن يحصل على الهيكل الكربونى Carbon Skeleton لهذه الأحماض الأمينية من النواتج الوسيطة لميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون، ثم إضافة المجموعة الأمينية والتى يكون مصدرها إما الأمونيا أو حامض أمينى آخر (Forst ١٩٥٩)، وقد ظهر من تجارب التغذية على أمونيا بها N^{15} أن الأحماض الأمينية الأساسية يمكن أن تشترك فى عملية تبادل المجاميع الأمينية Transamination باستثناء اللايسين والثريونين (Schoenheimer ١٩٤٦).

وعلى هذا يمكن تقسيم الأحماض الأمينية إلى ثلاثة أقسام: أحماض أمينية يجب وجودها جاهزة فى الغذاء وهى Lysine وThreonine، وأحماض أمينية لابد من وجودها فى الغذاء أو وجود الهيكل الكربونى ويمكن للجسم إضافة المجموعة الأمينية مثل باقى الأحماض الأساسية، أما القسم الثالث فهو الأحماض الأمينية غير الأساسية وهذه يمكن للجسم تكوينها أثناء عمليات الميتابوليزم.

وقد ثبت أن الجسم يمكن أن يكون هذه الأحماض الأمينية غير الأساسية، وذلك بعد إجراء تجارب تغذية كانت وجباتها تحتوى على سكر أو حامض Acetic بهما كربون مشع C^{14} أو ثانى أكسيد كربون $C^{14}O_2$، وقد وجد أن C^{14} من السكر أو حامض Acetic أو $C^{14}O_2$ قد ظهرت فى الهيكل الكربونى للأحماض الأمينية غير الأساسية فى اللبن وبروتينات الجسم والكبد، ولم تظهر فى الهيكل الكربونى للأحماض الأمينية الأساسية (Black وآخرون سنة ١٩٥٢) و(Steale ١٩٥٢).

أى أن الفرق بين الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية هو فى عدم مقدرة الجسم على تكوين الهيكل الكربونى للأحماض الأساسية. والهيكل الكربونى للأحماض غير الأساسية الذى يستعمله الفرد فى تكوين هذه الأحماض هو عادة مقابلات الكيتو Keto-analog فمثلا حامض البيروفيك Pyruvic يتحول إلى الحامض الأمينى ألانين alanine.

والأحماض الأمينية غير الأساسية تكون حوالى ٤٠٪ من أنسجة الجسم البروتينية ووجودها فى الغذاء توفر الأحماض الأمينية الأساسية للقيام بوظائفها فالأحماض الأمينية غير الأساسية تمد الجسم بالنيتروجين اللازم لعمل مركبات نيتروجينية فى الجسم، وقد أظهرت التجارب أن التغذية على الأحماض الأمينية الأساسية فقط أدى إلى أن سرعة النمو كانت أبطأ عنه فى حالة التغذية على كل من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية معًا، وأصبح الاهتمام الآن أن تكون هناك نسبة بين الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية فى الغذاء.

خصائص البروتين :

تتوقف خصائص البروتين حسب طبيعة تركيب البروتين الثانى وحسب تنظيم محتواه من الأحماض الأمينية التى تؤثر فى خصائصه الطبيعية والكيميائية.

أولاً: خصائص البروتين حسب طبيعة التركيب الثانوى :

تختلف البروتينات حسب طبيعتها تبعًا لتركيبها الثانوى إلى بروتينات ليفية Fibrous (Sclero proteins) وبروتينات كروية Globular.

البروتينات الليفية Fibrous proteins :

وتتكون من سلسلة ببتيدية ملفوفة حيث ترتبط الأحماض الأمينية برابطة ببتيدية، وتوجد هذه البروتينات فى الأنسجة الواقية والأنسجة الدعامية مثل الجلد والشعر والريش والحراشيف. وهذه البروتينات لا تذوب فى الماء ويصعب هضمها، وهى مهمة فى التصنيع فمثلاً يمكن استخراج بعض المركبات النيتروجينية منها مثل الجيلاتين ومن أمثلتها كراتين keratin الشعر والكولاجين فى الأنسجة الضامة وميوسين myosin العضلات والفيبرين fibrin فى الجلطة الدموية والالستين elastin فى الأوعية الدموية.

البروتينات الكروية Globular proteins :

وتوجد هذه البروتينات فى سوائل الخلايا حيث توجد فى محلول إما حقيقى أو غروى ومن أنواعها كازنوجين اللبن casinogen وألبيومين البيض albumin ومن ناحية التغذية فإن هذه البروتينات تحتوى على نسبة كبيرة من الأحماض الأمينية الأساسية.

ثانيًا : خصائص البروتين الطبيعية والكيميائية :

تتوقف خصائص البروتين الطبيعية والكيميائية على محتواها من الأحماض الأمينية وتنظيمها منها :

١- الخاصية الأنفوتيرية Amphoteric Property :

وهى خاصية مميزة للبروتين نظرًا لمحتواها من أحماض أمينية حامضية وقاعدية التى تحتوى على المجموعة الأمينية والمجموعة الكربوكسيلية والتى توجد على سطح البروتين. وترجع الخاصية الحامضية إلى وجود أحماض glutamic, aspartic بينما ترجع خاصية القاعدية إلى أحماض lysine, arginine, histidine. أما مجموعة SH لحامض Cysteine والمجموعة phenolic لحامض tyrosine فهى ضعيفة التأثير.

وتتوقف شحنة البروتين على درجة تأين المجاميع الحامضية التى تحمل شحنة سالبة والمجاميع القاعدية التى تحمل شحنة موجبة. وعندما يتساوى عدد الشحنات السالبة والموجبة يكون الفرق بين الشحنات يساوى صفر، وهى نقطة التعادل الكهربى iso electric point ودرجة pH فى البروتينات المتعادلة تساوى (٧) وفى البروتينات الحامضية تساوى (<٧) وفى البروتينات القاعدية تساوى (>٧).

متوسط نقطة التعادل الكهربى فى الخلية حول pH = ٥,٥ ولذا ففى المحاليل الفسيولوجية (pH = ٧,٠ - ٧,٤). ويحمل البروتين شحنة سالبة. وعندما يحمل البروتين شحنة سالبة داخل الخلية فإن الحموضة تتعادل بواسطة الكاتيونات catione غير العضوية.

٢- الخاصية الرغوية والاسموزية Colloidal and Osmotic Property :

يتسم سلوك البروتين فى السوائل بعدة مظاهر منها : محاليل البروتين فى الماء ثابتة ومتزنة، لا تتخثر ولا تحتاج لأى مثبت بعكس المحاليل الرغوية. وهى محاليل

متجانسة لدرجة أنه يمكن أن يقال إنها محاليل حقيقية (Stroev ١٩٨٩). إلا أن ارتفاع الوزن الجزيئى للبروتين يكسب المحاليل بعض خصائص المحاليل الغروية منها :

- خصائص ضوئية optical فالمحاليل لها بريق opalescence ويمكنها أن تنشر scatter الضوء المرئى.
- انخفاض حركة جزيئات البروتين فى السوائل، وهذه تتوقف على شكل البروتين أكثر من وزنه الجزئى. فحركة البروتينات الكروية globular فى السوائل أسرع من حركة البروتينات الليفية fibrous. وتعتبر حركة البروتين داخل الخلية من الأمور الهامة المحددة والمؤثرة فى وظائف الخلية، فمثلاً إذا اختفت هذه الحركة فى أى مكان فى الخلية وخصوصًا عند تخليق البروتين فإن هذا يؤدى إلى تكتل البروتين مما يعوق هذه الوظيفة.
- الخاصية الاسموزية osmotic property : لاتنفذ جزيئات البروتين عبر الجدر شبه المنفذة semi permeable نظرًا لكبر كتلتها وهذه الظاهرة تولد الاسموزية osmosis والضغط الاسموزى osmotic pressure. ويتوقف الضغط الاسموزى لمحاليل البروتين المخففة على درجة تركيز البروتين فى وجود الجدر شبه المنفذة. ولهذا فإن الضغط الاسموزى المتولد يتوقف على تركيز البروتين داخل وخارج الخلية. وانتفاخ swelling البروتين ينتج ضغطًا اسموزيًا يطلق عليها oncotic.
- لزوجة محاليل البروتين viscosity :

يسبب البروتين -مثل غيره من الجزيئات الكبيرة- لزوجة المحاليل، وتزيد درجة اللزوجة بزيادة تركيز البروتين. وتتوقف درجة اللزوجة على شكل الجزىء ولهذا فالبروتينات الليفية تسبب لزوجة المحاليل أعلى من البروتينات الكروية. وتقل اللزوجة بارتفاع درجة الحرارة. وتتأثر اللزوجة كثيرًا بالإلكتروليتات، كما أن وجود بعض الأملاح غير العضوية مثل أملاح الكالسيوم تزيد من اللزوجة. وعندما تزيد درجة اللزوجة فإن المحلول يتحول إلى الحالة الجيلاتينية.

- **القابلية لتكوين جل Gelation :**

تتداخل جزيئات البروتين الكبيرة مكونة ما يشبه شبكة تحتجز داخلها الماء وهذا التركيب يسمى بالجل. وتكوين البروتينات الليفية للجل أسرع من البروتينات

الكروية نظرًا لشكل البروتين الذى يشبه القضيب، وهذا يساعد علــى تكويـن أمـاكن اتصال بين الجزيئات.

وهذه الظاهرة مهمة لوظائف الخلية. فمثلاً الكولاجين وهو البروتين الموجود فى العظام والأربطة والغضـاريف والجلـد ... يتميز بالمرونـة واللليونـة التـى ترجـع إلى هذه الخاصيـة التى تقـل بتقـدم العمـر أو نتيجـة ترسـب أى أمـلاح. وأيضًـا بروتـين الاكتومايسين octomycin الموجود فى العضلات يساعد العضلة على الانقباض نتيجـة لهذه الخاصية أيضًا.

٣ـ تأدرت البروتين Hydration of protein :

إن البروتينات محبة للمـاء hydrophilic وعنـد وجـود البروتين فـى المـاء فـإن الجزيئات تنتفخ ثم تنفذ فى المحلول، وفى أثناء ذلك فإن جزيئات المـاء تنفـذ إلى داخـل جزيئات البروتين وتتحـد مـع المجاميع القطبيـة polar. ونتيجـة لذلـك تصبـح عديـدة السلاسل الببتيدية أقـل تماسـكًا وقـد تنفصـل بعـض جزيئـات البروتين. ولكـن هـذا لا ينطبق على جميع البروتينات مثل الكولاجين.

وترتبط بعض جزيئات الماء مع السلسلة الببتيدية بواسطة روابط هيدروجينيـة hydrogen bonds كما ترتبط جزيئات الماء مع السلاسل الببتيدية التى لا تحتوى على مجاميع قطبية polar كما فى الكولاجين. هذا الارتباط بالمـاء يسـبب ابتعـاد السلاسـل عـن بعضهـا إلا أن الروابـط الهيدروجينيـة تمنـع تمـام انفصـال جزيئـات البروتين، لـذا لا يختفى البروتين فى المحاليل. وفى حالـة الكولاجـين فـإن التسـخين يسـبب انفصـال بعض ألياف الكولاجين نتيجة تفكك الروابط بين الألياف وتذوب فى المحلول وتـؤدى إلى تكوين جل gelation وتتأثر درجة ذوبان البروتين بعدة عوامل:

- محتوى البروتين من أحماض أمينية بها مجاميع قطبية التــى تؤثـر على درجـة الذوبـان أكثر من الأحماض التى لا تحتوى على مجاميع قطبية والبروتينات الكرويـة globular مثل الألبيومين albumin فإنها أكثر ذوبانًا فى الماء عــن البروتينـات الليفيـة fibrous مثل الكيراتين keratin.
- وجود شحنات على جزئ البروتين وطبقـة مـاء التـأدرت المحيطـة بـالجزىء، وهـذه تسبب ثبات المحاليل ومنع تجمع جزيئات البروتين فى المحلول.

ولكن أحيانًا عندما تحمل جزيئات البروتين عددًا كبيرًا من المجاميع المتعارضة (anions و cations) فإنه يحدث ظاهرة متناقضة حيث أن هذه الزيادة تكون أماكن اتصال ملحية فيما يعرف بالكبارى الملحية salt bridges وهذه تعمل على تجمع البروتين وترسبه. وتمنع هذه الظاهرة عند وجود أملاح متعادلة neutral salts بنسب بسيطة حيث أنها تعمل على إذابة البروتين فى الماء. لأن هذه الأملاح تتحد مع الشحنات المتعارضة على مجاميع البروتين القطبية وتمنع اتصالها ببعض. ولكن لو زادت نسبة هذه الأملاح فإنها تعمل على ترسيب البروتين. كما أن حدوث أى تغير فى درجة حموضة الوسط pH فإنها تغير من ثبات محلول البروتين كما سبق. وكما أن درجة الحرارة تغير من ثبات محلول البروتين إلا أنه لا يوجد علاقة ثابتة فبعض البروتينات ترفع قابليتها للذوبان فى الماء أو المحاليل مثل الجلوبيولين globulin والببسين pepsin وبعضها تقل درجة الذوبان بارتفاع درجة الحرارة مثل الهيموجلوبين hemoglobin.

٤ ـ الدنترة Denaturation :

الدنترة هى إحداث تغير فى طبيعة جزىء البروتين، ويمكن إحداثها بواسطة الكحولات والأحماض والقلويات وأملاح معدنية ثقيلة، وأيضًا بواسطة الحرارة المعتدلة والتأكسد والأشعة فوق البنفسجية، وفيها يحدث تغيير فى التركيب الفراغى لجزىء البروتين يؤدى إلى فقد الخصائص الطبيعية، وقد يبقى التركيب الكيمائى بدون تغيير. والدنترة تغير غير عكسى، أى لا يمكن إرجاع البروتين مرة أخرى لحالته الطبيعية إلا فى حالات قليلة. ونتيجة عملية الدنترة يحدث انفراج لسلسلة البروتين ويصبح البروتين أسهل هضمًا ويفقد خاصية الذوبان نظرًا لظهور المجاميع الكارهة للماء hydrophobic، بعض البروتينات لا تتأثر بالحرارة، مثل تربسن Trypsin والكيموتربسين Chymotrypsin وبعض بروتينات جدر الخلية (Stroev ١٩٨٩).

٥ ـ التخثر Coagulation :

وفيها يتحول البروتين بواسطة الحرارة العالية إلى حالة أكثر صلابة عنه فى حالة الدنترة، ويصبح البروتين أكثر هضمًا، ويمكن أن يحدث التخثر الجزئى ميكانيكيًا كما فى حالة ضرب بياض البيض وتكوين رغوة foam. والتخثر غير عكسى.

وتتخثر كثير من البروتينات عند تعرضها للحرارة العالية مثل حرارة الطهي وتتغير صفات البروتين وتفقد خصائصها ووظائفها الإنزيمية والهرمونية ولا يمكن إرجاع هذه التغيرات إلى وضعها الأصلي.

وظائف البروتين Functions of Protein[*] :

يقوم البروتين بوظائف عديدة ومتنوعة في الجسم، إذ لا يقتصر دور البروتين على بناء الأنسجة فقط، بل يتعدى ذلك إلى القيام بأعمال الصيانة والمقاومة، كما يدخل في تركيب الإنزيمات والهرمونات والأجسام المضادة، كما يؤدى دوره في تنظيم بعض العمليات الحيوية بالجسم ويساعد على توليد الطاقة، فالبروتين له دور بنائي ووقائي وعلاجي بل وحيوي في أي جسم من الأجسام، ولذا فإنه يعتبر من الضروري أن يتوفر للجسم ما يحتاجه من البروتين حتى تتوفر للجسم كل عوامل الصحة وتستمر كل الأجهزة في أداء وظائفها بكفاءة تامة.

- **بناء أنسجة الجسم وصيانتها Body-Building & Maintenance Substance** : يوجد البروتين في كل خلية من خلايا الجسم، ولكن تختلف طبيعته ووظيفته في خلايا الأنسجة المختلفة، فهو يقوم بوظائف دعامية supportive وبنائية structural، فمثلاً بروتين العضلات يساعد على تمددها وحفظ السوائل اللازمة لتماسكها، بالرغم من أن العضلات تحتوى على ٧٥٪ على الأقل ماء. وبروتين الأنسجة الدعامية يميل إلى الصلابة ولا يذوب في الماء كوقاء خارجي للجسم، كما أن البروتين يساعد على مرونة Elasticity الأوعية الدموية اللازمة لحفظ ضغط الدم طبيعيًا وبروتين الكولاجين يكون الشبكة التي تترسب فيها المعادن لتكوين أنسجة العظام والأسنان.

- يدخل البروتين في بناء الميتوكوندريا **mitochondria** وفي بناء جدر الخلايا.
- يكون البروتين الفيبرينوجين **fibrinogen** في سيرم الدم، فهو الذي يكون البناء الشبكي اللازم لتكوين الجلطة الدموية وإيقاف النزيف (**Hemostatic function**).

(*) Nawar, (1975) (in Arabic), Astroev (1989), Gyton & Hall (1996).

- البروتين يخلص الجسم من المواد الضارة والسامة (detoxifying) نظرًا لوجود المجاميع الوظيفية التى يمكنها أن تتحد مع المعادن الثقيلة وغيرها من المواد الضارة مثل بروتين البيومين albumin.
- يدخل البروتين كعامل مساعد فى إتمام بعض الوظائف الوراثية cogenetic function عن طريق المساعدة فى بناء الأحماض النووية nucleic acids عن طريق إنزيم DNA-polymerase كما يساعد فى نقل التعليمات الوراثية من DNA إلى RNA عن طريق إنزيم DNA-dependent RNA polymerase.
- يعمل البروتين كمستقبِل receptor على سطح جدر الخلايا لاستقبال مواد منظمة معينة regulators مثل مستقبل هرمون الجلوكاجن glucagon الموجود على سطح جدر خلايا الكبد.
- يعمل البروتين على تحويل الطاقة من صورة لأخرى energy converting مثل تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة كيمائية، وذلك من خلال بناء إنزيم ATPase الذى يساعد فى تكوين ATP الذى يدخل فى تحويل الطاقة من صورة لأخرى.
- يعمل البروتين على الاستفادة من الطاقة الكيمائية لاستخدامها فى انقباض العضلات ميكانيكيًا (mechano-chemical) مثل بروتين العضلات ميوسين myocin (ألياف العضلات الثابتة) وأكتين actin (ألياف العضلات المتحركة).
- بناء فرق جهد كهربى-أسموزى electro-osmotic عبر جدار خلية لإتمام بعض الوظائف ويتم ذلك بواسطة نشاط إنزيم Na^{+} ATPase وإنزيم Ka^{+}ATPase.
- بناء الإنزيمات اللازمة لهضم الغذاء والإنزيمات التى تدخل فى عمليات التأكسد والاختزال، وفى تخليق وهدم مركبات.
- بناء الأجسام المضادة جاما جلوبين γ-globulin وللبروتين القدرة على تكوين antigen-antibody complex.
- يدخل البروتين فى بناء المخ وفى أداء وظائفه المختلفة وفى التعلم والتذكر من خلال نقل المثيرات العصبية وحمل الناقلات العصبية neurotransmitters من خلية عصبية لأخرى وتنظيم زمن فتح وغلق قنوات نقل الأيونات علاوة على توليد العديد من الناقلات العصبية.

- بنـاء الهرمونـات مثـل الإنسـولين Insulin والثيروكسـين Thyroxine والأدرينـالين Adrenalin وهرمون الغدة فـوق الدرقيـة Parathyroid gland وبعـض هرمونـات الغدة النخامية Pituitary gland.

ويتكون هرمـون الثيروكسـين مـن وحدتـين مـن الحـامض الأمينـى تيروسـين tyrosine مع اليود، وفاز Sanger ١٩٥٩ بجـائزة نوبـل عندمـا درس تتـابع الأحمـاض الأمينية فى الإنسولين، وتوصل إلى أن الهرمون الذى يتم تكوينه فى البنكرياس يتكـون من ٥١ حامضًا أمينيًا فى قسمين، أحدهما به ٢١ حامضًا، والآخر ٣٠ حامضًا.

- بناء مركبات نيتروجينية غير بروتينية مثل :

* قواعـد البيوريـنـات purines والبريمدينـات pyrimidines اللازمـة لبنـاء العديـد مـن المركبات مثل DNA وRNA.
* بناء مرافقات الإنزيمات اللازمة لإتمام العديد من التفاعلات مثل NADP, NAD.
* الكارنتين carnitine من حامض methionine, lysine وهو ينقـل الأحمـاض الدهنيـة إلى الميتوكوندريا لتوليد الطاقة.
* الكرياتين creatine اللازم بعد تحوله إلى كرياتين فوسفات إلى إعادة بنـاء ATP مـن ADP لمد العضلات بما يلزمها من طاقة.

- البروتين مادة منظمة للجسم Body Regulating Substance :

يدخل البروتين فى تنظيم كثير من العمليات الحيويـة فـى الجسـم مثـل حركـة السوائل movement of fluids والكثير من التفاعلات بالجسم.

*** حركة السوائل :**

يلعب البروتين دورًا كبيرًا فى تنظيم حركة السوائل من وإلى الخلية، ومن وإلى الدم وتلعب بروتينـات سـيرم الـدم - خصوصًـا الألبيومـين albumin دورًا كبـيرًا فـى المحافظة على الضغط الأسموزى.

ويعتبر انخفاض تركيز بروتينات سيرم الدم أحـد العوامـل التـى تسـبب تراكـم الماء فى الأنسجة Edema وحيـث أن السـوائل تنتقـل مـن الـتركيز الأقـل إلى الـتركيز الأكثر، فإن المحافظة علـى الأسموزيـة يسـاعد الجسـم علـى أنـه يحـافظ علـى الـتركيب الطبيعى للدم وسوائل الجسم.

ـ صيانة التفاعلات الحيوية بالأنسجة:

Maintenance of Normal Reactions in The Tissues :

يوجد بالجسم وسائل كثيرة للحفاظ على توازن الحموضة والقلوية بالجسم ويعتبر البروتين من العوامل المهمة للمحافظة على درجة حموضة الدم الخفيفة التى تميل قليلاً إلى القلوية وذلك بواسطة الفعل التنظيمى للبروتين فى بلازما الدم (Allison ١٩٥٣) وتتميز بروتينات سيرم الدم مثل غيرها من البروتينات بالخاصية الامفوتيرية Amphoteric كما سبق. يمكنها أن تتحد الأحماض والقواعد، فمثلاً يلعب البروتين دور الحامض على درجات حموضة الدم pH العالية، ويتحد مع أى كاتيون Cation وخصوصًا الصوديوم وأيضًا يحمل هيموجلوبين الدم غاز ثانى أكسيد الكربون وينقله إلى الرئتين للتخلص منه، وإذا لم يتخلص الفرد من ثانى أكسيد الكربون فإنه يذوب فى الماء مكونًا حامض الكربونيك.

يدخل الإنسولين فى تنظيم عمليات ميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتين والدهون.

كما يساهم البروتين فى التنظيم الجينى gene-regulatory حيث أن بعض البروتينات تساهم فى تنظيم ونقل التعليمات الوراثية مثل histones.

ـ نقل العناصر الغذائية Transport :

يمكن للبروتين أن يتحد مع العناصر الغذائية وينقلها داخل الجسم بين الأنسجة أو إلى داخل الخلية مثل اتحاده مع الدهن ليكون ليبوبروتينات التى تنتقل فى الدم كما أن البروتين يتحد مع الحديد الممتص ويكون ترانسفرين الذى يسهل حركة الحديد. وبروتين transacortin الذى ينقل هرمون corticosteroids، وmyoglobin ينقل الأكسجين فى أنسجة العضلات.

ـ البروتين مصدر للطاقة Energetic :

يمكن للفرد أن يستعمل البروتين لتوليد الطاقة فى الجسم كما سبق ذكره ويتوقف استعمال الفرد لهذا حسب كمية الكربوهيدرات والدهون الموجودة بالغذاء، وكذا يتوقف على الكمية الكلية للبروتين فى الغذاء، ففى حالة انخفاض كمية الكربوهيدرات والدهون فى الغذاء فإن الفرد يستعمل البروتين فى توليد الطاقة،

والجرام الواحد من البروتين يعطى عند احتراقه فى الجسم ٤ كالورى، ولكن يلاحظ أن استعمال البروتين لتوليد طاقة يعتبر غير اقتصادى علاوة على أنه إجهاد للجسم من أجل التخلص من نواتج هذه العملية كما سبق.

وظائف بعض الأحماض الأمينية:

تقوم الأحماض الأمينية بوظيفة البناء والصيانة، إلا أن بعضها يتميز بوظائف خاصة بالإضافة إلى البناء والصيانة ونوضح ذلك فيما يلى:

- الجليسين Glycine :

يدخل هذا الحامض الأمينى فى تركيب الهيموجلوبين والكرياتين Creatine وأحماض الصفراء Bile acids كما يدخل فى تركيب السلسلة الببتدية الثلاثية جلوتاثيون Glutathione كما سبق ذكره والتى تتكون من حامض glycine وglutamic وcysteine، وتدخل هذه السلسلة الببتيدية فى عمليات التأكسد والاختزال فى الجسم. كما تعتبر مادة مانعة للتأكسد antioxidant التى تحمى الجسم من العديد من الأضرار.

ويستعمل الجليسين أيضًا فى مساعدة الجسم على التخلص من بعض السموم التى تدخل الجسم عن طريق الفم، فمثلاً حامض البنزويك Benzoic acid يتحد مع الجليسين ويكون حامض هيبيوريك Hippuric acid فى الكبد، ثم يتخلص منها الفرد فى البول.

ويعتبر من الناقلات العصبية transmitter الذى يفرز فى بعض الحالات فى الوصلات العصبية للتأثير على مستقبلات بروتين لمنع نقل أيونات عبر الوصلات القطبية synapse وذلك بغلق بوابات channels نقل هذه الأيونات عند اللزوم.

- حامض جلوتاميك Glutamic acid:

يلعب glutamic acid دورًا هامًا فى عمليات الميتابوليزم بالجسم وله أهميته فى صناعة الأغذية. ويدخل فى تركيب بعض البروتينات مثل ألبيومين السيرم. كما يتكون منه داخل الجسم الحامض الأمينى جلوتامين glutamine وهو عامل مهم فى تخلص المخ من المركبات النتروجينية لأن بقاءها فى الدم يضر بالجسم. وهو من الموصلات العصبية التى تثير نقل الأيونات عبر الوصلات العصبية.

كما يكـون حـامض جاما بيـتريك γ-butric (GABA) وهـو نـاقل عصبـى يتكون فى الوصلات العصبية كما يوجد فى المخ.

- الميثايونين والسيستين والستئين Methionine, Cysteine & Cystine :

يعتبر methionine مصدرًا أساسيًا للكبريت فى الجسم ويوجـد الكـبريت فـى الـدم وفـى هرمـون الإنسـولين. ويدخـل cysteine فـى تركيـب السلسـلة البيبتيديـة جلوتـاثيون glutathione وفـى تركيـب الإنسـولين. ويدخـل methionine فـى بنـاء العديـد مـن المركبـات مثـل كريـاتين creatine والكـارنتين carnitine. كمـا أن methionine مصدر لمجموعة الميثيل methyl التى تدخل فى العديد من المركبـات مثـل الفوسفوليبيدات التى تلعب دورًا هامًا فـى حركـة الدهـون كمـا تدخـل فـى تركيـب الخلية.

- اللايسين Lysine :

يدخل lysine فى تركيب العضـلات وبعـض البروتينـات مثـل histone كمـا يدخل فى تركيب الكارنتين carnitine.

- الفنيل ألانين والتيروسين Phenylalanine & Tyrosine :

يدخـل حـامض phenylalanine وtyrosine فـى تكويـن هرمـون الابنفريـن ونورالابنفرين ويقومان بالعديد من الوظائف منها تنظيم مستوى جلوكوز الدم. كما يدخلان فى قرنية العين وفى تكوين ناقلات عصبية catcholamine ومنهـا dopamine الموجودة فى الوصلات العصبية وفى الجهـاز العصبـى المركـزى hypothalamus وفـى جهـاز ليمبيـك limbic المسئول عـن العديـد مـن وظـائف المـخ منهـا المتعلقـة بعمـل العضـلات وعضلـة القلـب وأيضًـا الوظـائف المتعلقـة بالسـلوك والعواطـف. ويعتـبر dopamine من الموصلات العصبية التى تمنع نقل بعض أيونات عبر الوصلة العصبية.

- التربتوفان tryptophan :

يمكن للجسم أن يحوله إلى أحد فيتامينات مجموعة "B" المعروفة باسـم niacin بنسبة ٦٠ : ١، كمـا يسـتعمل فـى تكويـن مـادة حماسـى هيدروكسـى تربتـامين 5-Hydroxy tryptamine (5-HT) وهـى مـادة فسيولوجية موجـودة فـى كثـير مـن أنسجة الجسم وفى خلايا الغشاء المخـاطى وفـى صفـائح الـدم وعنـد احتيـاج الجسـم

لتكوين جلطة دموية Blood-clot فإن الصفائح الدموية تتكسر وتخرج مـادة (5-HT) التى تمنع حدوث النزيف، وقد يكون ذلك عن طريق تأثيرها الذى يـؤدى إلى انقبـاض الأوعية الدموية المجاورة.

كما يتحول التربتوفان إلى مادة Serotonin وهـو موصـل عصبى لازم للمـخ لأداء وظائفه. وهـو مـن الموصـلات العصبيـة الـذى يمنع نقـل تأثـير الألم فـى الحبـل الشوكى، كما أن له تأثير فـى تنظيـم وتعديـل المـزاج mood كمـا يقـوم بحفـز الفـرد للراحة والنوم.

هستدين Histidine :

يتحول إلى مـادة الهستامين Histamine، وهـذه المادة توجـد فـى كثـير مـن الأنسجة كما توجد فى القناة الهضمية، وهذه تشجع إفـراز حـامض الهيدروكلوريـك فى المعدة، وإذا وصلت هذه المادة إلى الجلد فإنها تسبب الحساسية.

ـ البرولين والهيدروكسين برولين Proline & Hydrxy proline :

وتوجد بنسبة عالية فى الكولاجين والأنسجة الضامة.

ـ الارجنين Arginine :

وهو يدخل فى دورة اليوريا Urea Cycle التى تسـاعد الجسـم فـى التخلـص من المواد النتروجينية من الدم لتخرج عن طريق البول.

القيمة التغذوية للبروتينات The Nutritive Value of Protein :

تختلف القيمة التغذوية للـبروتين حسـب محتـواه مـن الأحمـاض الأمينيـة، وقـد ظهر ذلك مـن تجـارب (Osborne & Mendel ١٩١٥) حيـث قـاموا بتغذيـة فـئران albino rats بالـبروتين المختـبر كمصـدر الأساسـى للـبروتين، وقـد ظهـــر أن بعـــض البروتينات مثلاً جلايدين القمح لا يمكنها إحداث النمو للحيوانات النامية حيث توقف نموها، وأن بعض البروتينات مثل زين الذرة لا تحدث النمو ولا الصيانـة بـل أن بعـض الفئران قد بدأت تفقد وزنها.

وعند إضافة الحـامض الأمينـى لايسـين إلى جلايديـن القمـح، لوحـظ أن نمـو الحيوانات قد بدأ وبإضافة الحامض الأمينى tryptophan إلى زاين الذرة فقط لوحظ أن ذلك قد ساعد على بداية الصيانة فى الحيوانات، وعنـد إضافـة tryptophan وlysine، تمكنت الفيران من النمو.

وبناء على ذلك فقد أمكن تقسيم البروتينات إلى :

١- بروتينات عالية القيمة التغذوية High Nutritive :

وهى التى يمكنها إحداث النمو والصيانة عندما تكون المصدر الوحيد للبروتين مثل كل البروتينات الحيوانية: السمك، اللحم، البيض، الدواجن (أما الجيلاتين بروتين حيوانى ناقص حيث ينقصه الحامض الأمينى تربتوفان) وبعض البروتينات النباتية مثل البقول والحبوب والمكسرات مثل جلوتنين القمح وجلوتلين الذرة.

٢- بروتينات منخفضة القيمة التغذوية Low Nutritive Value :

وهى غير القادرة على إحداث النمو أو الصيانة عندما تكون المصدر الوحيد للبروتين مثل زاين الذرة والجيلاتين.

٣- وهناك بعض البروتينات التى لا يمكنها أن تحدث النمو، ولكن يمكنها إحداث الصيانة إذا كانت المصدر الوحيد للبروتين مثل جلايدين القمح وهوردنين الشعير.

والتقسيم السابق يمكن اعتباره تقسيمًا صناعيًا حيث أن تغذية الفرد على كمية بسيطة من بروتين عالى القيمة الحيوية، فإن ما ينتج عنها لا يختلف عما يحدث نتيجة التغذية على بروتين منخفض القيمة الحيوية.

تقدير القيمة التغذوية للبروتين Evalutation of Protein Quality :

كانت هناك محاولات كثيرة خلال منتصف القرن العشرين لقياس القيمة التغذوية للبروتين ومخاليط البروتين فى غذاء الإنسان، وقد صممت كثير من التجارب التى تقيس القيمة التغذوية للبروتين كمحاولات لحل بعض المشكلات الخاصة فى هذا المجال، فهناك اختلاف فى القيمة التغذوية للبروتينات التى تحتوى على محتوى متشابه من الأحماض الأمينية وكذلك اختلاف فى قيمة البروتين لأمينات مختلفة مأخوذة من نفس البروتين، ويمكن قياس القيمة التغذوية للبروتين إما بطرق حيوية أو كيميائية.

وتتميز الطرق الحيوية بأنها دقيقة حيث أنها تعطى نتائج أقرب إلى الواقع نظرًا لإجرائها على كائنات حية. وتكاليفها منخفضة نسبيًا وسهلة الإجراء ولا تحتاج عند تنفيذها إلى مؤهلات عليا كما أنه يمكن عن طريق استخدام الحيوان للتأكد من خلو الغذاء من أى مادة ضارة أو سامة قبل استخدامها فى غذاء الإنسان. إلا أن تصميم التجارب هو الذى يحتاج إلى مؤهل خاص وخبرة وتحتاج لوقت طويل نسبيًا حتى يمكن الحصول على نتائج.

أما بالنسبة للطرق الكيميائية فإنها تتميز بأنها سريعة ويفضل استخدامها قبل الطرق الحيوية حيث تستعمل نتائجها فى تصميم التجارب إلا أنها باهظة التكاليف وتحتاج إلى خبرة وتأهيل عالى كما أن النتائج قد تكون مختلفة عن الواقع نظرًا لأن تحليل الغذاء فى المعمل يختلف عن تحليل الغذاء داخل الجسم.

دورة النيتروجين فى جسم الإنسان :

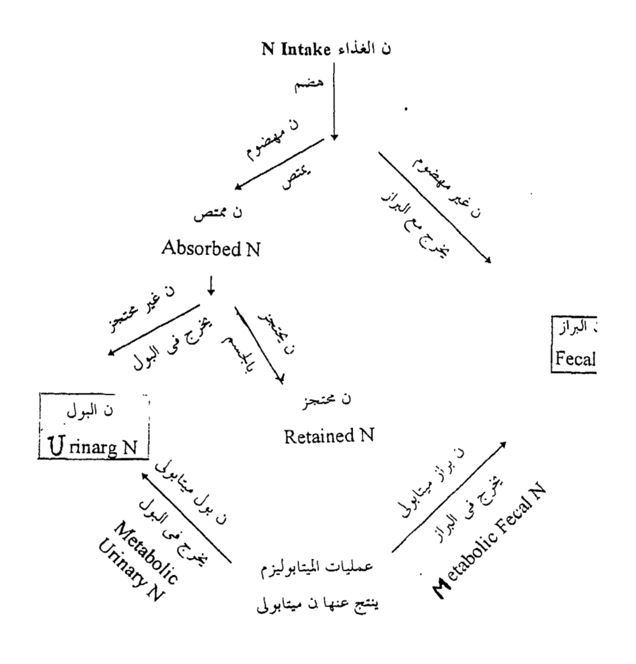
إن دراسة القيمة التغذوية للبروتين تعنى دراسة قدرة البروتين على إحداث النمو والصيانة، أى تقدير كمية البروتين المحتجز داخل الجسم وهذا يتطلب تقدير البروتين المتناول.

عندما يتناول الفرد بروتين الغذاء فإنه يمر بعملية الهضم (كما سيأتى ذكره)، أما الجزء غير المهضوم فإنه يخرج خارج الجسم مع البراز بينما يمتص الجزء المهضوم ليستخدمه فى البناء والصيانة، كما أن الجزء الممتص الذى لم يستخدم فى البناء والصيانة فإنه يخرج مع البول.

وعادة تتبع طريقة كلدهل **Kjeldahl** لتقدير البروتين عن طريق النيتروجين وحسب ما سبق بأن الفرق بين نيتروجين الغذاء والنيتروجين الموجود فى البراز **Fecal Nitrogen** يمثل النيتروجين الممتص، والفرق بين النيتروجين الممتص والنيتروجين الخارج فى البول يمثل النيتروجين المحتجز فى الجسم.

ولكن يلاحظ أن النيتروجين الخارج من البراز ليس كله مصدره الغذاء، فهناك مصادر داخل الجسم لنيتروجين البراز مثل نيتروجين العصارات الهاضمة غير الممتصة وكذا نيتروجين الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء **Mitchell & Bertl** (١٩٥٦) وهذا النيتروجين الذى يخرج مع البراز يعرف باسم نيتروجين البراز الميتابولى **Metabolic fecal nitrogen** وبالنسبة للنيتروجين فى البول، فليس مصدره الغذاء فقط، بل أن له مصادر داخلية فى الجسم مثل النيتروجين الناتج من الأنسجة الداخلية للجسم نتيجة تجديدها، ويخرج هذا النيتروجين فى البول ويسمى نيتروجين البول الميتابولى **Urinary metabolic nitrogen** ولتقدير النيتروجين الخارج فى البراز والبول ويكون مصدره الغذاء، يعطى الفرد غذاء خال من النيتروجين **Nitrogen - Free diet**

لمدة كافية، ثم يقدر النيتروجين فى البراز والبول الذى هــو بالتـأكيد مصـدره الجسـم، ومنه يمكن تقدير النيتروجين الخارج فى البراز والبول ومصدره الغـذاء ويوضـح شـكل (٤-٥) دورة النيتروجين فى جسم الإنسان.



شكل (٤-٥) دورة النيتروجين فى جسم الإنسان

الطـرق الحيويـة Biological methods لتقديـر القيمــة التغذويــة للبروتين(*) :

إن وظيفـة الـبروتين هـو مـد الفـرد بالأحمـاض الأمينيـة اللازمــة التــى تفــى باحتياجاتـه لتخليـق أنسـجة الـبروتين للنمـو والصيانـة، ولبنـاء المركبـات النيتروجينيــة اللازمة، ولمقابلـة احتياجـات الميتـابوليزم الأخـرى. وتعتـبر القيمـة التغذويـة للـبروتين مؤشرًا عن مـدى قـدرة الـبروتين لمقابلـة احتياجـات الإنسـان. وقـد اشتغل بـاحثون كثيرون لوضع طـرق لقيـاس القيمـة التغذويـة للـبروتين منهـم Boas-Fixen (١٩٣٥) وAllison (١٩٥٥) وAlbanese (١٩٥٩).

وكـان Wilcock وHopkins (١٩٠٦) همـا أول مــن اكتشــف أن تغذيــة الفيران على بروتين الذرة زايـن (Zein) كـالمصدر الوحيـد للـبروتين أدت إلى انخفـاض وزن الفيران ثم موتها، وأن إضافة الحامض الأمينى tryptophan أدت إلى خفض نسبة الوفيات إلا أنها لم تحسن النمـو. تلـى ذلـك دراسـات بواسـطة Osborne وMendel (١٩١٢ و ١٩١٤) ، Rose (١٩٣٨) الذين اكتشفوا طبيعة الأحماض الأمينية.

وبعد توصل Rose ومساعديه إلى معرفة وتحديد الأحماض الأمينيـة الأساسـية للفيران أصبحت تجارب قياس القيمة التغذوية للبروتين بالطرق الحيوية متاحة.

ويمكن قياس القيمة التغذوية للبروتين باتباع الطرق الحيويـة، ولـو أنـه يفضـل إجراء التجارب على الإنسان سواء أكان طفلاً أو بالغًا إلا أن التجارب المبدئيـة تجـرى على حيوانت نامية أو بالغة حسب الغرض من التجربة، وتصمم الوجبات الغذائية التى تقدم للحيوان على أن يكون بروتين الغذاء هو المصـدر الوحيـد للـبروتين، وأن تحتـوى الوجبات على جميع العناصر الغذائية الأخرى اللازمة للحيـوان مـن ناحيـة الكـم ومـن ناحية النوعية أو الكيف يلى ذلك دراسة قدرة البروتين علـى إحـداث النمـو والصيانـة حسب الغرض من التجربة، ولا زالـت هذه الطرق فى حاجــة إلى المزيـد مـن الدراسـة حيث أنه لم يتم الاتفاق بعد على أحسن الطرق لقياس القيمة التغذوية للبروتين.

(*) NAS, NRC, (1963), RAO et al, (1964) Nawar, (1975), Ensminger et al (1995).

طرق تقدير القيمة التغذوية للبروتين بناء على :

- النمو وتغير وزن الجسم	Growth and Body weight change
- التوازن النيتروجينى	Nitrogin Balance
- محتوى الجسم من النيتروجين	Body Nitrogen
- تجديد محتوى ومركبات الكبد والدم	Regeneration of liver & blood constituents
- مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما	Plasma Amino Acids
- مستوى الكبريت والنيتروجين فى البول	Urinary sulfur & Nitrogen levels

أولاً : الطرق المبنية على النمو وتغير الوزن

Growth and Body Weight Change :

١- نسبة كفاءة البروتين Protein Efficiency Ratio (PER) :

وهى من الطرق التى تعتبر سهلة فى إجرائهـا، وتستخدم على نطاق واسع وهى عبارة عن إيجاد قيمة الزيادة فى وزن الحيوان النامى موضع التجربة ثم نقسم هذه الزيادة على عدد جرامات البروتين التى تناولها أى:

الزيادة فى وزن الحيوان بالجرام: وتختلف سرعة نمو الحيوان باختلاف وزن البروتين المتناول بالجرام.

وباختلاف جنس الحيوان (ذكر أم أنثى) وعمره، وطول مدة التجربة... وعادة تجرى التجربة عل ذكور فيران نامية لمدة ٤ أسابيع، وأن يحتوى الغذاء على بروتين بنسبة من ٩-١٠٪.

وهناك بعض الاعتراضات على استعمال هذه الطريقة، حيث أن كفاءة البروتين تختلف باختلاف نسبة البروتين فى الغذاء، وبالإضافة إلى ذلك فإن الزيادة فى وزن الحيوان لا ترجع إلى تكوين أنسجة بروتينية فقط، بل هناك زيادة فى الوزن نتيجة تكوين دهون... إلخ وحيث أن كفاءة البروتين تختلف باختلاف مستوى البروتين فى الغذاء، فإن درجة كفاءة البروتين التى تم الحصول عليها من الظروف المقننة للتجربة السابقة الذكر، لا تساعد على معرفة جودة البروتين عند تقديمه كغذاء للأطفال، كما

أن هذه الطريقة لا تأخذ فى الاعتبار البروتين اللازم للصيانة، مع ملاحظة أن البروتين المتناول يستخدم أولاً فى صيانة الجسم، والمتبقى هو الذى يستعمل فى النمو (Nat Acad. Sci ١٩٦٣).

وعند قياس كفاءة البروتين على الأطفال فإنه يتبع قياس الزيادة فى الطول والوزن باستخدام المنحنى القياسى للأطفال والأوزان المناسبة، ولكن يؤخذ فى الاعتبار أن هذه الطريقة لا توضح التغير فى أجزاء الجسم المختلفة خصوصًا بالنسبة للدهن والماء (Kagan وآخرون ١٩٥٥)، كما أنه يصعب تقدير النمو الأقصى إلا أن قياس النمو بهذه الطريقة لازال من الطرق الشائعة الاستعمال.

٢- صافى احتجاز البروتين Net Protein Retention (NPR) :

استخدمت هذه الطريقة بواسطة Bender وDoell (١٩٥٧) وتأخذ فى الاعتبار البروتين المستخدم فى الصيانة.

عند استخدام هذه الطريقة تجرى تجربتين على مجموعتين من الحيوانات النامية المتماثلة - تعطى للمجموعة الأولى الغذاء المحتوى على البروتين التجريبى experimental ويعطى للمجموعة الثانية غذاء خالى من البروتين Protein-Free وتراعى فى التجربتين الشروط سابقة الذكر ونفس الخطوات، ويقدر متوسط زيادة الوزن بالجرام فى التجربة الأولى، ثم يقدر متوسط النقص بالجرام فى وزن الحيوانات فى التجربة الثانية.

ويلاحظ أن الحيوانات فى التجربة الثانية لم يكن متاحًا لها أى بروتين للنمو فلم يكن هناك أى زيادة، بل لم يكن متاحًا لها أى بروتين للصيانة فنقص وزنها وهذا النقص يعكس أو يعادل قدرة البروتين على الصيانة. ولهذا فإن هذا النقص بالجرام يضاف إلى الزيادة الحادثة فى التجربة الأولى كما فى المعادلة الآتية:

صافى احتجاز البروتين =

$$\frac{\left[\text{متوسط الزيادة بالجرام فى وزن الحيوان فى التجربة الأولى}\right] + \left[\text{متوسط النقص بالجرام فى وزن الحيوان فى التجربة الثانية}\right]}{\text{كمية البروتين المتناول بالجرام فى التجربة الأولى}} = \text{جم/جم بروتين}$$

وهذه الطريقة تعطى نتائج أدق من PER، لأنها تأخذ فى الاعتبار قدرة البروتين على الصيانة بجانب قدرته على النمو.

٣ـ القيمة الإجمالية للبروتين Gross Protein Value :

تعطى هذه الطريقة مؤشرًا عن قيمة البروتين التكميلية supplementary value. وقد كان Heima وآخرون (١٩٣٩) أول من اشتغلوا على هذه الطريقة ثم عدلت بعد ذلك بواسطة Carpenter وآخرون (١٩٥٧) باستخدام الكتاكيت الصغيرة. وتقيس هذه الطريقة قدرة مركز البروتين protein concentration كمدعم لبروتين الحبوب. وتجرى التجربة بتغذية الفئران على غذاء يحتوى على ٨٪ بروتين منخفض فى lysine لمدة أسبوعين كعينة ضابطة control. أما العينة التجريبية experimental فيقدم لها الوجبات السابقة مضافًا إليها ٣٪ بروتين مركز الحبوب. وتعكس الزيادة فى وزن الحيوان قدرة البروتين على إحداث النمو.

ويمكن استخدام هذه الطريقة باستخدام مسحوق بروتين السمك لقياس قدرة هذا البروتين كمدعم لأغذية منخفضة فى حامض lysine أوmethionine.

٤ـ الاستعادة والتعويض Repletion method :

أول من استخدم هذه الطريقة Cannon وآخرون (١٩٤٤) وتقاس قيمة البروتين بقدرته على استعادة نمو الفيران المخفض وزنها كثيرًا نتيجة تغذيتها غذاء خالى من البروتين.

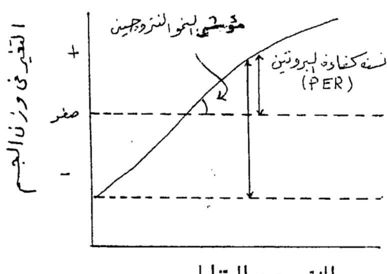
وبنى على أساس تغذية فيران نامية على غذاء خالى من البروتين ثم يقدم لها بعد ذلك البروتين أو خليط البروتينات المراد دراستها.

وقد عدل Rao وآخرون (١٩٦٤) هذه الطريقة حيث قاموا بتغذية فيران نامية غذاء خالى من البروتين لمدة عشرة أيام وقد انخفض وزن الحيوان بما يعادل ٢٥٪ ثم قدم لها الغذاء المحتوى على البروتين أو خليط البروتينات المراد دراستها لمدة عشرة. وأشار الباحثون أن نتائج هذه الطريقة تتفق لحد كبير مع نتائج طريقة PER.

٥ـ مؤشر النمو النيتروجينى Nitrogen growth index :

انحدار الجزء المستقيم من المنحنى الذى يربط بين الزيادة فى وزن الجسم بالنيتروجين المتناول كما فى شكل (٤-٦) ويطلق على هذا الانحدار مؤشر النمو للنيتروجين، وتجرى التجربة على عدد من مجموعات الفيران النامية تغذى كل مجموعة على مستوى معين من البروتين.

إن نسبة كفاءة PER تختلف باختلاف مستوى البروتين المتناول. وتكون الكفاءة منخفضة عندما يكون البروتين المتناول منخفضًا لأن معظمه يعمل على سد حاجة الصيانة. وترتفع نسبة PER بارتفاع المتناول من البروتين حتى تصل إلى حد أقصى بعده فإن PER للبروتين الجيد تقل تدريجيًا. أما في حالة البروتينية المنخفضة القيمة الغذائية فإن PER تظل ثابتة.



شكل (٤-٦) دلائل مبنية على التغير في وزن الجسم(*)

٦ـ نسبة الانحدار slope ratio :

وفيها تتناول الفيران أو الحيوانات النامية الغذاء بحرية ad libitum ويقدر الزيادة في الوزن ويرسم منحنى يربط بين النمو والمتناول من البروتين ويستخدم انحدار المنحنى slope كمقياس لقيمة البروتين التغذوية.

ثانيًا : الطرق المبنية على التوازن النيتروجيني :

Methods Based on Nitrogen Balance :

١ـ التوازن النيتروجيني Nitrogen Balance :

يعرف التوازن النيتروجيني بأنه الفرق بين النيتروجين المتناول في الغذاء ومجموع النيتروجين الخارج في البول والبراز، فإن كان النيتروجين الداخل يساوى

(*) Protein Requirment, FAO/W40 1973.

النتروجين الخارج. فإنه يكون هناك ما يطلق عليه: التوازن النيتروجينى المتعادل Equilibrium وهذه الحالة تدل على أن البروتين الموجود فى الغذاء يكفى للقيام بأعمال الصيانة أما التوازن النيتروجينى الموجب Positive Nitrogen balance فهو يدل على أن الفرد احتجز النيتروجين في جسمه لبناء أنسجته كما يحدث فى حالة النمو أو فى حالة الشفاء من بعض الأمراض أما إذا كان النيتروجين الداخل أقل من النيتروجين الخارج فإنه يكون هناك ما يطلق عليه: التوازن النيتروجينى السالب Negative Nitrogen balance ومعناه أن الفرد يفقد النيتروجين من أنسجته ويقل وزنه، وهذا يدل على أن البروتين غير كاف كمًا ونوعًا (أو بعد الإصابة أو بعد العمليات الجراحية).

وطريقة التوازن النيتروجينى هى الطريقة الأساسية المتبعة لتقدير احتياج الفرد من البروتين، كما تستعمل فى كثير من المستشفيات فى الخارج لمعرفة هل يفقد الفرد من وزنه أم يزيد نتيجة اتباع وجبات خاصة.

ويلاحظ أنه فى بعض الحالات يكون الفرد فى حالة توازن نيتروجينى موجب ولكن بعض الأنسجة يزيد فيها النيتروجين أكثر من الأخرى، كما أن حالة التوازن النيتروجينى المتعادل لا توضح على وجه الدقة أن كل نسيج أخذ ما يلزمه من النيتروجين.

وتتميز طريقة التوازن النيتروجينى بأنها سريعة. وهى تقيس النيتروجين المحتجز وليس وزن الجسم الذى عادة يتأثر بكمية الماء أو الدهن فى الجسم.

ويتأثر التوازن النيتروجينى بنوعية البروتين ومستواه ومحتوى الغذاء من الطاقة.

وتتطلب طرق التوازن النيتروجينى تقدير معامل الهضم (كما سبق).

وتجدر الإشارة إلى تعريف معامل الهضم الظاهرى ومعامل الهضم الحقيقى.

$$\text{معامل الهضم الظاهرى} = \frac{\text{النيتروجين المتناول فى الغذاء} - \text{النيتروجين الخارج فى البراز}}{\text{النيتروجين المتناول فى الغذاء}} \times ١٠٠$$

أما معامل الهضم الحقيقى True Coeffietient of digestibility فهو يساوى:

$$\frac{\text{النيتروجين المتناول فى الغذاء} - (\text{النيتروجين الخارج فى البراز مطروحًا منه نيتروجين البراز الميتابولى})}{\text{النيتروجين المتناول فى الغذاء}} \times ١٠٠$$

٢ـ القيمة الحيوية Biological Value (BV) :

يعتبر Karl Thomas (١٩٠٩) أول من استعمل هذا التعبير لقياس قدرة البروتين على إحداث الصيانة فى الفرد البالغ، إلا أن Mitchell (١٩٤٢) أدخل تغييرًا فى هذه الطريقة لقياس قدرة البروتين على إحداث النمو والصيانة. أى أن القيمة الحيوية حسب طريقة Mitchell عبارة عن النسبة المئوية للنيتروجين المحتجز retained فى الجسم بالنسبة للنيتروجين الممتص أى

$$\frac{\text{النيتروجين المحتجز}}{\text{النيتروجين الممتص}} \times ١٠٠$$

لحساب القيمة الحيوية حسب فكرة Mitchell فإنها تساوى:

$$\frac{\text{نيتروجين الغذاء المتناول} - \left[\begin{array}{c}\text{نيتروجين البراز مطروحاً}\\ \text{منه نيتروجين البراز الميتابولى}\end{array}\right] - \left[\begin{array}{c}\text{نيتروجين البول مطروحًا منه}\\ \text{نيتروجين البول الميتابولى}\end{array}\right]}{\text{نيتروجين الغذاء المتناول} - \text{نيتروجين البراز مطروحًا منه نيتروجين البراز الميتابولى}} \times ١٠٠$$

ويلاحظ أن طريقة القيمة الحيوية (BV) لا تأخذ فى الاعتبار النيتروجين المفقود أثناء الهضم ونتيجة عدم اكتمال عملية الامتصاص.

٣ـ صافى استخدام البروتين: Net Protein Utillization (NPU) :

وهى تمثل النسبة المئوية للبروتين المحتجز من النيتروجين المتناول فى الغذاء:

$$\frac{\text{النيتروجين المحتجز}}{\text{النيتروجين المتناول فى الغذاء}} \times ١٠٠ \text{ أى تساوى}$$

$$\frac{\text{نيتروجين الغذاء المتناول} - \left[\begin{array}{c}\text{نيتروجين البراز مطروحًا}\\ \text{منه نيتروجين البراز الميتابولى}\end{array}\right] - \left[\begin{array}{c}\text{نيتروجين البول مطروحًا منه}\\ \text{نيتروجين البول الميتابولى}\end{array}\right]}{\text{النيتروجين المتناول من الغذاء}} \times ١٠٠$$

وبهذه الطريقة تقاس قيمة البروتين الحيوية ومعامل الهضم لأنها تأخذ فى الاعتبار النيتروجين المفقود أثناء الهضم ونتيجة عدم اكتمال عملية الامتصاص أى أنها ناتج عن القيمة الحيوية (BV) ومعامل الهضم Coefficient of digestibilty ويمكن تقديرها أيضًا من القيمة الحيوية BV × معامل الهضم.

ويوضح الجدول (٤-٣) مدى تقارب قيم صافى استخدام البروتين (NPU) على الأطفال وعلى الفيران النامية.

جدول (٤-٣) قيم صافى استخدام البروتين على الأطفال والفيران النامية

بعض البروتين	قيم صافى استخدام البروتين	
	الأطفال	الفيران النامية
البيض	٨٧	١٠٠
لبن الإنسان	٨٥، ٩٥	١٠٠
لبن البقر	٧٩، ٨١	٨٠
دقيق السمسم	٥٣، ٥٤	٥٤
دقيق الفول السودانى	٥٢، ٥٣، ٥٧	٤٧
دقيق بذرة القطن	٤٧، ٥١	٥٩

وعند تقدير صافى استخدام البروتين يجب أن تكون كمية الطاقة المتولدة عن الغذاء مناسبة للفرد حتى لا يقل مقدرة البروتين الغذائية وإذا أجريت تحت ظروف مقننه تسمى صافى استخدام البروتين المقننة NPU st، وعندما تكون نسبة البروتين فى الوجبة المقدمة للفرد مساوية للمستوى اللازم للصيانة أو اقل قليلاً فإن قيمة البروتين تسمى صافى استخدام البروتين الفعلى أو الإجرائى (NPU op) Operative NPU.

وقد استخدم Albanese وآخرون (سنة ١٩٥٦) المعادلة التالية لمقابلة الاختلاف فى وزن الجسم عند تقدير مدى الاستفادة من البروتين:

$$ب = \frac{و \times ن}{١٠٠٠}$$

حيث ب = مقدار الاستفادة من البروتين

و = مقدار التغير فى وزن الجسم بالجرام فى اليوم

ن = مقدار النيتروجين المحتجز فى الجسم ملليجرام / كجم

ويمكن تعيين الاستفادة $ب_{ر} = \frac{ب١}{ب٢}$

حيث ب١ = مقدار الاستفادة من البروتين المختبر، ب٢ = مقدار الاستفادة من بروتين اللبن المجفف.

واستعمال هذه الطريقة يعادل بين التفاوت فى وزن الجسم وبين قيمة النيتروجين المحتجز فى الأطفال، وهذا التفاوت يرجع إلى نقل سوائل الجسم من مكان إلى آخر بالجسم (Albanese وآخرون ١٩٤٧).

والزيادة فى الأنسجة النيتروجينية يمكن ارجاعها إلى نوعية الأحماض الأمينية المكونة للبروتين المختبر..

٤ ـ تقييم بروتين الوجبة من حيث الكمية والنوعية باستخدام صافى البروتين :

لتقدير كمية ونوعية البروتين فى الوجبة فى معادلة واحدة استخدم Platt وMillel (١٩٥٩) المصطلح:

صافى استخدام البروتين الكلى للوجبة Net dietary Protein Value (NDPV)

وذلك بضرب:

كمية البروتين × صافى استخدام البروتين على النحو التالى:

صافى استخدام البروتين الكلى للوجبة = النيتروجين المتناول × ٦,٢٥ × صافى استخدام البروتين الفعلى (NPU_{OP}).

٥ ـ تقدير كمية البروتين بالنسبة للسعرات الكلية فى الوجبة عن طريق صافى استخدام NPU الفعلى :

كثيرًا ما يسهل استعمال كمية السعرات المستمدة من البروتين فى الوجبة لتقدير كمية البروتين بالنسبة لسعرات الكلية فى الوجبة (Plett سنة ١٩٦١) وتسمى النسبة المئوية لصافى سعرات البروتين.

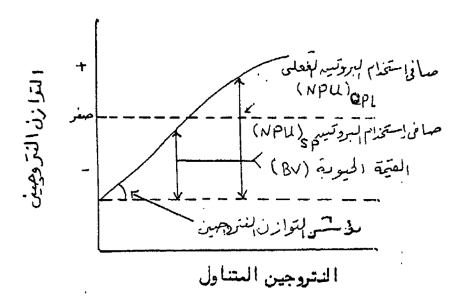
والنسبة المئوية لصافى سعرات البروتين Net Protein Calories :

$$\frac{\text{سعرات البروتين} \times ١٠٠}{\text{سعرات الوجبة الكلية}} \times \text{صافى استخدام البروتين الفعلى}$$

٦ـ مؤشر التوازن النيتروجينى The Nitrogen Balance Index :

يمكن تقدير قيمة البروتين الغذائية بإيجاد الارتباط بين التوازن النيتروجينى وبين النيتروجين المتناول فى الغذاء، ويمثل هذه العلاقة خط منحنى Curvelinear والجزء الأسفل من المنحنى مستقيم Linear كما فى شكل (٤-٧) والانحدار المستقيم الذى

يربط التوازن النيتروجينى بالنيتروجين الممتص.يمثل القيمة الحيوية (BV) للبروتين أى نسبة النيتروجين المحتجز بالجسم من النيتروجين الممتص، وإذا استعمل النيتروجين المتناول بدلاً من النيتروجين الممتص، فإن القيمة تمثل صاف استخدام البروتين (NPU).



شكل (٤-٧) دلائل مبنية على التغير فى نيتروجين الجسم

ومؤشر التوازن النيتروجينى يختلف باختلاف محتوى البروتين من الأحماض الأمينية حسب متطلبات الجسم من البروتين اللازم للصيانة والنمو والحالة الفسيولوجية للجسم.

ومؤشر التوازن النيتروجينى للنتروجين الممتص يحسب من المعادلة التالية:

$$ك = \frac{ب - ب_١}{أ}$$

ب= التوازن النيتروجينى

أ= النيتروجين الممتص

$ب_١$ = النيتروجين الخارج أثناء فترة تناول غذاء خالى من البروتين

ك= انحدار الخط الذى يمثل مؤشر التوازن النيتروجينى للنيتروجين الممتص.

٧- إحلال البيض Egg Replacement :

أول من استخدم هذه الطريقة Murlin (١٩٣٨). وتبنى هذه الطريقة على أساس مقارنة التوازن النيتروجينى لمجموعتين من الأفراد عند تناولهم كميات متساوية من النيتروجين المستمد من الغذاء المختبر فى المجموعة الأولى، ومن البيض فى المجموعة الثانية. والمعروف أن القيمة الحيوية للبيض = ١٠٠ بناء على أن البروتين كله يمتص ولا يوجد فقد فى البول. وقد وضع Mitchell (١٩٤٤) معادلة لحساب قيمة إحلال البيض replacement value فى الفئران من المعادلة التالية :

$$\text{قيمة إحلال البيض} = ١٠٠ - \frac{ب_١ - ب_٢}{ل} \times ١٠٠$$

حيث :

$ب_١$ = التوازن النيتروجينى للفأر الذى تغذى على البروتين المرجعى.

$ب_٢$ = التوازن النيتروجينى للفأر الذى تغذى من البروتين المختبر.

يلاحظ أن كمية الغذاء فى $ب_١$ هى نفس كمية الغذاء التى تناولها الفار فى $ب_٢$.

ل= متوسط كمية N المتناول.

وقد استخدمها Mitchell لدراسة أثر التصنيع على الغذاء.

ثالثاً : محتوى الجسم من النيتروجين

Content of Body Nitrogen:

١- نسبة احتجاز النيتروجين Nitrogen Retention :

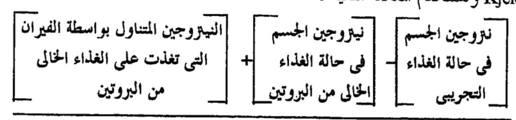
كان McCollum و Simmond (١٩٢٩) أول من استخدم هذه الطريقة وفيها يقدر محتوى نيتروجين جسم الفيران عند ابتداء التجربة وعند نهاية التجربة بعد تغذيتها البروتين المراد تقدير قيمته، مع وجود عينة ضابطة. وتقدير نسبة احتجاز النيتروجين من المعادلة :

$$\text{٪ احتجاز النيتروجين} = \frac{\text{الزيادة فى نيتروجين الجسم بالجرام} \times ١٠٠}{\text{المتناول من النيتروجين بالجرام}}$$

٢- طريقة Mitchell :

وضع Mitchell (١٩٢٢) طريقة أخرى لقياس صافى استخدام البروتين أو

النيتروجين فى الفيران وهى بتغذية مجموعتين من الفيران، الأولى على البروتين المختبر بنسبة ١٠٪ بروتين، والثانية على غذاء خالى من البروتين، وذلك لمدة عشرة أيام. ثم تذبح الفيران ويقدر النيتروجين فى الجثث بعد تجفيفها باستخدام جهاز كلداهل Kjeldahl وتستخدم المعادلة التالية :



النيتروجين المتناول بواسطة الفيران على الغذاء التجريبى

ثم وضع Miller وBender (١٩٥٣) معادلة يمكن بواسطتها حساب النيتروجين من محتوى الماء فى جسم الفأر وهى :

X ٠,٠٢٤ + ٢,٩٢ = Y

حيث

Y = نسبة النيتروجين إلى الماء

X = عمر الحيوان باليوم

وأشاروا أن النسبة بين النيتروجين إلى الماء ثابتة فى العمر المعين.

وتتطلب هذه الطريقة تساوى مجموعات الفيران فى الوزن.

٣ـ استعادة نيتروجين الجسم Nitrogen Repletion :

وضع Cannon وHumphrey وآخرون (١٩٤٤) أسس هذه الطريقة وعدلها Rao وآخرون (١٩٦٤). وذلك بتقدير كمية النيتروجين المحتجز أثناء فترة الاستعادة أو التعويض، وهذا يعكس القيمة التغذوية للبروتين حسب المعادلة :

$$\text{القيمة التغذوية للبروتين} = \frac{\text{النيتروجين المحتجز أثناء فترة التعويض}}{\text{النيتروجين المتناول}} \times ١٠٠$$

ويتم تغذية الفيران النامية ٤٠-٥٠جم وعمرها ٢٨ يوم، ويتم خفض نيتروجين جسمها بتغذيتها على غذاء خالى من البروتين لمدة ١٠ أيام ثم تغذى بالغذاء المختبر لمدة ١٠ أيام، ثم تقدر القيمة التغذوية للبروتين من المعادلة :

القيمة التغذوية للبروتين =

$$\frac{\left[\text{نيتروجين الجسم فى المجموعة التجريبية}\right] - \left[\text{نيتروجين الجسم فى المجموعة التى تغذت على غذاء خالى من البروتين}\right]}{\text{النيتروجين المستهلك بواسطة المجموعة التجريبية}} \times ١٠٠$$

ويشير Rao وآخرون أنه يمكن استخدام هذه الطريقة لتقدير قيمة البروتين فى حالة معالجة مرض كواشيركور حيث يعطى الطفل بروتين بنسبة ١٥٪ فى الوجبة أى (٤,٥ ج بروتين / ١١٠ - ١٢٠ كالورى).

رابعًا : تعويض وتجديد مكونات الدم والكبد :

Regeneration of liver & blood constituents :

تتوقف هذه الطرق على تجديد وتعويض مكونات الكبد والدم كمؤشر على قيمة البورتين التغذوية وقدرته على أداء بعض الوظائف الفسيولوجية.

الكبـــد :

١- بروتين الكبد :

تعويض وتجديد بروتـين الكبـد: وضـع Campbell وKosterlitz (١٩٤٨) كيفيـة تقديـر قيمـة الـبروتين التغذويـة علـى أسـاس قدرتـه علـى إعـادة بنـاء بروتـين السيتوبلازم المتغير labile فى خلايا كبد فيران بالغة بعد تغذيتها على غـذاء خـالى مـن البروتين والـذى يـؤدى إلى فقـد معظـم سيتوبلازم الخليـة خـلال يومـين. وأن قـدرة البروتين المتناول على إعادة بناء السيتوبلازم تتوقف على قيمة البروتين المختبر التغذوية.

وتتلخص الطريقة فى تغذية فيران بالغة متوسط وزنهـا ٢٠٠جـم على غـذاء خالى من البروتين لمدة ٤٨ ساعة، ثم تغذى بالغذاء المحتوى على البروتين المختبر بنسبة ١٠٪ لمدة ٤ أيام. ثم تجـرى الاختبـارات اللازمـة بتقديـر المركبـات النيتروجينيـة فـى الكبد.

وقـام Henry وآخـرون (١٩٦١) بإدخـال بعـض تعديـلات حتـى يمكـن استخدامها على الفيران النامية حيث جعل فترة التغذية على غـذاء خـالى مـن الـبروتين لمدة ٥ أيام وفترة التغذية على البروتين المختبر لمدة ١٠ أيام. واعتبر الزيادة فى بروتـين

الكبد/ ١٠٠جم من وزن الجسم عند بداية التغذيــة علـى الـبروتين هـو مؤشـر القيمـة التغذوية للبروتين. وقد أشاروا أن استخدام الكازين كبروتين مرجعى reference هـو الأنسب لأن استجابة الفيران تعكس كمية البروتين المتنــاول حيـث كـانت الاسـتجابة خطية linear بعكس بروتين البيض حيث كـانت الاسـتجابة غـير خطيـة non-linear. وأشاروا أن نتائج هذه الطريقة تتفق لحد كبير مع تجارب النمو.

ويؤخذ على هذه الطريقة أن الاستجابة قد لا تعكس حالة البروتينات المتغـيرة الأخرى فى الكبد. كما أن هذه التجربة تحتاج إلى تجانس الفيران بدرجة كبيرة.

٢- إنزيمات الكبد :

كما يمكن استخدام إعادة بنـاء وتجديـد إنزيمـات الكبـد كمؤشـر علـى قيمـة البروتين التغذوية كما أشـار إليهـا Wainio وآخـرون (١٩٥٣) بنـاء علـى مـا ذكـره Williams وElevehjem (١٩٥٠) حيث وجـدوا أن إنزيـم Xanthine oxidase فـى الكبد حساس جدًا لنوعية وكمية البروتين المتناول. ولهذا فإن إعادة بناء وتجديـد هـذا الإنزيم يستخدم كمؤشر علـى قيمـة الـبروتين التغذويـة. وأشـار Litwack وآخـرون (١٩٥٣) أن قيمة نشاط إنزيم Xanthine oxidase هى فى حالة تغذية علـى الكـازين تعادل ٥,٠، وفى حالة جلايدين القمح تعادل ٢,٠، جلايدين + lysine تعادل ٣,٢.

الـدم :

كـان Kurr وآخـرون (١٩١٨) أول مـن اكتشـفوا أن الغـذاء يؤثـر علـى بروتينـات الـدم مـن حيـث انخفاضهـا وتعويضهـا. وقـد توصـل Whipple وآخـرون (١٩٤٧) أن القدرة على استعادة بروتينات الدم تختلـف بـاختلاف البروتينـات. وقـد أجريت بصدده العديد من الدراسات بناء على هذه النتائج.

أ- إعادة بناء وتجديد بروتينات البلازما :

اسـتخدم Whipple وزمـلاؤه حيوانـات وسـحبوا بروتينـات مـن دمهـا (plasmapheresis) ثم غذيت بالبروتين المختبر ووجدوا أن الحيوانات لم تسـتعيد بنـاء بروتينـات الـدم إلا فـى حالـة وصولها إلى حالـة تـوازن نـتروجينى موجـب. ووضـع Melnick وآخرون (١٩٥٦) المعادلة التالية :

كمية بروتين البلازما التى سحبت من الحيوان فى أسبوع
―――――――――――――――――
كمية بروتين البلازما التى أعاد الحيوان بناءها
بعد تغذيته على غذاء خالى من البروتين
―――――――――――――――――
الزيادة فى كمية البروتين المتناول

* أشار Seely (١٩٤٥) أنه يمكن خفض بروتينات الدم عن طريق تغذية الفيران غذاء خالى من البروتين، ثم تغذيتها بالغذاء المحتوى على البروتين المختبر لمدة ٥ أيام حتى الوصول إلى توازن نتيروجينى موجب وبعد هذه الفترة يتم تغذية الفيران ثانيًا بالغذاء الخالى من البروتين حتى الوصول إلى الحالة الأولى وهى غياب أو انخفاض بروتينات الدم. وترسم منحنيات ويطلق على مساحة المنطقة الواقعة تحت المنحنى التى توضح العلاقة بين كمية البروتينات المتكونة مع الزمن "مساحة الاستعادة أو التجديد" (repletion area) وقد أشار Weech وGottsch (١٩٣٨) أنه يمكن استخدام هذه الطريقة مع الكلاب لإعادة تجديد أو تعويض البيومين والبلازما.

٢- إعادة وتعويض بروتينات البلازما والهيموجلوبين :

استخدم Whipple وMadden إعادة بناء وتعويض بروتينات البلازما والهيموجلوبين كمؤشر على القيمة التغذوية للبروتين فى تجارب على الكلاب تعرضت لنزيف وتم تغذيتها خلال هذه الفترة بغذاء منخفض فى البروتين أو خالى منه ولكن محتوية على نسبة جيدة من الحديد إلى أن وصلت كمية بروتينات البلازما إلى ٤-٥جم والهيموجلوبين إلى ٦-٨جم، ثم غذيت بالبروتين المختبر. وحسبت القيمة التغذوية للبروتين كما يلى:

القيمة التغذوية للبروتين = البروتين الذى تم تعويضه / البروتين المتناول

ولوحظ أن نقص أى حامض أمينى يقلل من قدرة بروتين الغذاء على تعويض أو إعادة بناء بروتينات البلازما و/ أو الهيموجلوبين وهذا النقص يختلف من حامض أمينى لآخر. ولكن وجد فى الفيران أن نقص أى حامض أمينى يقلل من قدرة البروتين على إعادة بناء بروتينات البلازما باستثناء arginine.

٣ـ إعادة بناء الهيموجلوبين :

استخدم Damodaran و Vijayaraghavan (١٩٤٣) فيران وزنها ٩٠- ٩٥ جم مصابة بالأنيميا بعد حقنها بمادة phenylhydrazine. وغذيت بأغذية يحتوى كل غذاء على بروتين مختلف لمدة أسبوع أو اثنين ودرسة قدرة البروتين على إعادة بناء الهيموجلوبين، كمؤشر على قيمة البروتين التغذوية كما يلى :

الزيادة فى الهيموجلوبين / مستوى الهيموجلوبين عند ابتداء التجربة ، الزيادة فى عدد كرات الدم الحمراء / عدد كرات الدم الحمراء عند ابتداء التجربة

خامسًا : بعض محتويات البلازما والبول :

Some Plasma and Urinary Constituents :

١ـ الأحماض الأمينية فى البلازما Plasma amino acids :

يتأثر مستوى الأحماض الأمينية فى الدم بطبيعة نمط الأحماض الأمينية المتناولة فى الغذاء. فى حالة تناول بروتين Zein وهو بروتين ذو نمط غير متوازن وينقصه lysine و tryptophan فيحدث انخفاض فى الأحماض الأمينية الحرة متبوعًا بارتفاع الأحماض الأمينية لعدد منها باستثناء lysine و tryptophan (Almquist ١٩٥٤).

وذكر Elvehpjem و Denton (١٩٥٤) أنه يمكن اعتبار مستوى الأحماض الأمينية فى الدم مؤشرًا لقيمة البروتين التغذوية، لأن تركيز الأحماض الأمينية فى البلازما وخصوصًا الوريد البابى يرتفع بسرعة بعد تناول الغذاء المحتوى على بروتين وأن مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما يعكس مستوى الأحماض الأمينية فى الغذاء (Hause ١٩٥٨).

٢ـ نسب الأحماض الأمينية Plasma Amino Acid Ratio (PAA) :

ومن جهة أخرى فقد وجد Longenecker و Hause (١٩٦١) فى تجارب على الإنسان والحيوان البالغين أن التغير فى مستوى الأحماض الأمينية فى الوريد البابى بعد تناول البروتين عقب فترة صيام ارتباط ارتباطًا ضعيفًا مع محتوى البروتين من الأحماض الأمينية.

وأضافا أن تركيز الأحماض الأمينية الممتصة فى بلازما الدم يتوقف على تركيز

الأحماض الأمينية فى البروتين وكذلك على سرعة امتصاص كل حامض أمينى، لأن هذه السرعة تتناسب مع احتياج الفرد لهذا الحامض. وعلى هذا الأساس بعد إجراء تجارب عديدة على الحيوان حسبت النسب بين الأحماض الأمينية PAA كما يلى :

$$\text{نسب الأحماض الأمينية} = \frac{\text{ب} - \text{أ}}{\text{ر}} \times 100$$

حيث :

أ = تركيز الأحماض الأمينية الأساسية فى البلازما بعد ١٨ ساعة صيام (ملجم/١٠٠مل)

ب= مستوى الأحماض الأمينية لخمس عينات دم سحبت على مدى خمس ساعات وكانت الفترة بين المرة والأخرى تعادل ساعة (ملجم / ١٠٠ مل).

ر = الاحتياج من كل حامض أمينى (جم/ ١٦جم N).

وكانت أقل نسبة تشير إلى الحامض الأمينى الحدى الأول ويليها كان الحامض الأمينى الثانى.

وهنا يشير Morrison وآخرون (١٩٦٠)، أن نسبة الأحماض lysine, theronine الحرة فى بلازما الدم تعتبر مؤشرًا عن مدى كفاية lysine فى الغذاء.

ويذكر Arroyave وآخرون (١٩٦١) أن زيادة الأحماض الأمينية فى بلازما الدم بعد تناول وجبة بروتين مقننة standard تتأثر بدرجة جودة البروتين الذى كان يتناوله الفرد قبل التجربة. وهذا يوضح أنه لابد من تقنين الوجبة التى يتناولها الفرد قبل إجراء هذه التجربة.

٣ـ مستوى الكبريت والنيتروجين فى البول :

Urinary Sulfur and Nitrogen Levels :

أظهرت العديد من الدراسات أنه لا يوجد ما يشير إلى وجود علاقة واضحة بين الأحماض الأمينية فى البول وبين نمط الأحماض الأمينية فى الغذاء رغم أنه قد ظهر هذا الارتباط فى حالة مرض الكواشيوركور Kwashiorkor وهو مرض نقص البروتين الجيد فى الغذاء.

ومن جهة أخرى وجد أن مستوى بعض العناصر والمركبات فى البول مثل الكبريت والنيتروجين يعتبر مؤشرًا على جودة البروتين.

ويعتبر تقدير مقدار الكبريت الخارج في البول مؤشر على قيمة البروتين التغذوية كما أشار Miller و Naismith (١٩٥٨) ويمكن الاعتماد عليها أكثر من تقدير نسبة النتروجين الخارج في البول والمعروف كما سبق أن الأحماض الأمينية methionine و cysteine هما مصدر الكبريت لجسم الإنسان. ولهذا يفضل استخدام نسبة الكبريت إلى النيتروجين الخارجين في البول كمؤشر على جودة البروتين وكان أول من أشار إلى ذلك Wilson (١٩٣١) حيث وجد أن نسبة وجود هذين العنصرين في الغذاء المتناول متوازية مع نسبتهما في البول. ويعتبر الرقم المتحصل عليه دليلاً على جودة البروتين :

$$\text{دليل جودة البروتين} = \frac{\text{مقدار الكبريت فى البول}}{\text{مقدار النيتروجين فى البول}} \quad \left[\frac{\text{Urinary Sulfur}}{\text{Urinary N}}\right]$$

كما يمكن تقدير نسبة كل من نيتروجين البول أو كبريت البول بالنسبة إلى الكرياتنين creatinine الخارج في البول :

$$\frac{\text{مقدار نتروجين البول}}{\text{مقدار كرياتنين البول}}$$

أو

$$\frac{\text{مقدار كبريت فى البول}}{\text{مقدار كرياتنين البول}}$$

يعتبر تقدير الكرياتنين في البول مؤشرًا على كتلة العضلات التي تستمد الطاقة اللازمة لها نتيجة تحويل ATP إلى ADP ولهذا لابد من إعادة تحويل ADP إلى ATP بسرعة مناسبة لتوفير ATP اللازم. ويتم هذا بواسطة كرياتين فوسفات creatine phosphate إذ هو مصدر الفوسفات اللازمة.

ويتكون الكرياتنين من الكيرياتين بعد إزالة الماء منه في تفاعل غير عكسي. وتعتبر هذه هي الخطوة الأولى اللازمة لإخراج الكرياتين ولهذا فإن كمية الكيرياتنين الخارج في البول ثابتة لمدة ٢٤ ساعة في الفرد الواحد. وعادة ينسب الكرياتنين الخارج في البول إلى طول الجسم أو وزنه للحصول على معامل الكرياتنين

Creatinine coefficient. ولكن يفضل معامل الكرياتنين المنسوب إلى طول الجسم لأنه لا يتأثر بنسبة الدهون المخزنة فى الجسم كما أشار إليها لأول مرة Daniel و Hejinlan (١٩٢٩)، ويختلف هذا المعامل حسب عوامل مختلفة مثل الجنس والعمر...

ويعتبر تقدير نسبة النتروجين الخارج فى البول بالنسبة لكرياتنين البول مؤشرًا على كمية quantity البروتين المتناول (NRC - NAS ١٩٦٣).

$$\because \quad \frac{\text{نيتروجين البول}}{\text{كرياتنين البول}} \quad \text{هو مؤشر كمية البروتين}$$

و

$$\frac{\text{كبريت البول}}{\text{نيتروجين البول}} \quad \text{هو مؤشر كمية البروتين}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{نيتروجين البول}}{\text{كرياتنين البول}} \times \frac{\text{كبريت البول}}{\text{نيتروجين البول}}$$

$$= \frac{\text{كبريت البول}}{\text{كيرياتنين البول}} \quad \left[\frac{\text{Urinary sulfur}}{\text{Creatinine}}\right]$$

هو مؤشر جودة البروتين

الطرق الكيميائية :

بدأت الطرق الكيميائية لتقدير القيمة التغذوية للبروتين منذ أن تم اكتشاف الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية، وكان آخر الأحماض الأمينية الأساسية اكتشافًا هى الحامض الأمينى Threonine سنة ١٩٣٥.

والطرق الكيميائية طرق سريعة تجرى فى المعمل وتستعمل نتائجها كثيرًا فى تصميم الأغذية التجريبية المستعملة فى الاختبارات الحيوية لتقدير قيمة البروتين ويلاحظ أنها لا تغنى عن الاختبارات الحيوية.

وتعتمد هذه الطريقة على تقدير محتوى البروتينات والأحماض الأمينية الأساسية ميكروبيولوجيًا Microbiological ، أو كروماتوجرافيًا Chromatographic أو إنزيميًا Enzymic ثم يقارن محتوى البروتينات المختلفة من الأحماض الأمينية بمحتوى بروتين عالى القيمة التغذوية من الأحماض الأمينية مثل بروتين البيض, أو اللبن ويسمى بالبروتين المرجعى Reference Protein ثم يعطى البروتين المختبر درجة تعكس القيمة التغذوية للبروتين (Mitchell & Block)، ومنها :

١ـ الدرجة الكيميائية Chemical Score :

ولحساب الدرجة الكيميائية لبروتين ما (بروتين مختبر) فإنه يتم تقدير الأحماض الأمينية الأساسية فى كل من البروتين المختبر والبروتين المرجعى ثم تحتسب النسب المئوية لكل حامض أمينى أساسى فى البروتين المختبر بالنسبة لمثيله فى البروتين المرجعى وأقل هذه النسب المتحصل عليها عبارة عن الدرجة الكيميائية ويسمى الحامض الأمينى الموجود بأقل نسبة فى البروتين المختبر بالحامض الأمينى الحدى الأول The first limiting amino acid والحامض الأمينى الذى يليه هو الحامض الأمينى الحدى الثانى The second Limiting amino acid ويوضح الجدول (٤-٤) الحامض الأمينى الحدى لبعض البروتينات ويقارن بين قيمة هذه البروتينات التغذوية المقدرة بكل من الطرق الكيميائية والحيوية.

وصممت منظمة الأغذية والزراعة ١٩٥٧ نموذجًا لبروتين يحتوى على خليط من الأحماض الأمينية الأساسية على أساس الحد الأدنى للاحتياج من الأحماض الأمينية الأساسية للإنسان البالغ، وقد قدر هذا الاحتياج تجريبيًا واستعمل هذا النموذج كأساس لتقدير قيمة البروتين أو خليط البروتينات بدلاً من بروتين البيض أو اللبن كبروتين مرجعى ولكن وجد أن بروتين البيض (Swendseid & others ١٩٦٢) وبروتين اللبن (Kilrk & others ١٩٦٢) يفوق هذا البروتين.

وهناك اختلاف إلى حد ما بين ما يتم التوصل إليه من تقدير القيمة التغذوية للبروتين كيميائيًا وحيويًا ويرجع الاختلاف إلى أن مقدرة الفرد على تحليل البروتين إلى الأحماض الأمينية أثناء الهضم ليست ١٠٠٪ علاوة على أن تحليل البروتين إلى الأحماض الأمينية معمليًا (كيميائيًا) قد يؤدى إلى فقد بعض الأحماض الأمينية.

جدول (٤-٤) الحامض الأمينى الحدى الأول والدرجة الكيميائية وقيمة صافى استخدام البروتين (NPU) لبعض البروتينات

مصدر البروتين	الحامض الأمينى الحدى الأول	الدرجة الكيميائية	قيمة صافى استخدام البروتين
البيض	..	١٠٠	١٠٠
لحم البقر	الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت	٨٠	٨٠
لبن البقر	الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت	٩٠	٨٥
السمك	تربتوفان Tryptophan	٨٥	٨٣
الأرز	لايسين Lysine	٧٥	٦٧
دقيق القمح	لايسين Lysine	٧٥	٦٦
ذرة	تربتوفان Tryptophan لايسين Lysine	٤٥	٥٦
بطاطس	الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت	٧٠	٧١
فول	الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت	٨٠	٨٧

ولذا تجرى بعض الاحتياطات لتقليل هذا الفاقد. ويلاحظ أن بروتين الغذاء الذى يقدم للإنسان عادة يعامل بالحرارة قبل تناوله مما يؤدى إلى تقليل الاستفادة من بعض الأحماض الأمينية مثل Lysine الموجود فى الحبوب حيث تؤدى الحرارة إلى اتحاد Lysine مع الكربوهيدرات الموجودة فى الحبوب فى تفاعل ميلارد Maillard Reaction مما يؤدى إلى فقد الأحماض الأمينية (Miller ١٩٦٠) ويمكن تقدير Lysine الممكن الاستفادة منه وذلك بالطرق الكيميائية (Carpenter ١٩٦٠) كما سيأتى.

٢ـ الدرجة الكيميائية بطريقة مبسطة :

Simplified chemical score (SCS) :

وضع هذه الطريقة Morrisson وCampbell بناء على أن هناك علاقة بين نسبة حامض Lysine فى الأغذية ونسبة كفاءة البروتين (PER) للأغذية المنخفضة فى lysine مثل الحبوب. كما أن العديد من أغذية الإنسان منخفضة فى الأحماض الأمينية الكبريتية (methionine وCysteine) مثل البقول. ولهذا يكتفى بتقدير هذه الأحماض الأمينية فى كل من البروتين المختبر والمرجعى McLaughtan وآخرون، كما يلى :

- يقدر محتوى cysteine, methionine, lysine فى الغذاء المختبر وفى البروتين المرجعى وليكن البيض.
- ينسب كل حامض أمينى فى البروتين المختبر على مثيله فى البروتين المرجعى كنسبة مئوية.

٣ـ مؤشر الأحماض الأمينية الأساسية :

Essential Amino Acid Index (EAAI) :

نظرًا لأن بعض البروتينات ينقصها تمامًا بعض الأحماض الأمينية مثل بروتين الذرة زاين، والجيلاتين كما ظهر من التجارب الحيوية فقد عدل Oser من طريقة تقدير الدرجة الكيميائية بأن يؤخذ فى الاعتبار كل الأحماض الأمينية الأساسية لتقدير القيمة التغذوية للبروتين بدلاً من الاعتماد على حامض أمينى واحد الأكثر نقصًا. وكما هو معروف أنه باستثناء بعض بروتينات بسيطة فإن وجود أى حامض لا يقل عن ١٪ من البروتين.

ويتم الحساب بعد تقدير الأحماض الأمينية الأساسية كما سبق فى البروتين المختبر، وأيضًا فى البروتين المرجعى. ثم يحسب نسبة كل حامض أمينى فى البروتين المختبر على مثيله فى البروتين المرجعى، ويستخرج المتوسط لكل.

ويحسب $\frac{\text{متوسط النسب فى البروتين المختبر}}{\text{متوسط النسب فى البروتين المرجعى}}$

وكما أشار Mitchell أن عادة تجمع قيم Phenylalanine وtyrosine معًا Total Aromatic Amino Acids (TAAA) وتجميع قيم methionine وcysteine معًا Total Sulfur-containing Amino Acid (TSAA).

٤ ـ مؤشر جودة البروتين Protein Quality Index :

لوحظ أن الاحتياج من النيتروجين المستمد من مجموع الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة أقل من الاحتياج الكلى للنيتروجين، ولهذا يفضل استخدام نمط معين من الأحماض الأمينية لكل فئة عمرية.

وعلى هذا فإن القيمة التغذوية للبروتين تتوقف على كمية البروتين التى تمد الفرد باحتياجاته من كل حامض أمينى بكمية كافية لمقابلة احتياجاته من النيتروجين كما يلى فى المعادلة :

$$\frac{\text{الاحتياج من البروتين (N x 6.25) حسب العمر}}{\text{كمية البروتين المختبر لمقابلة احتياج الفرد من الحامض الأمينى الأكثر نقصًا أى الحدى الأول بالنسبة للأشخاص فى نفس العمر}} \times ١٠٠$$

ويوضح جدول (٤-٥) مثال لحساب مؤشر جودة البروتين بالنسبة لطفل عمره ٣-٦ شهور وبالنسبة لشخص بالغ.

جدول (٤-٥) حساب مؤشر جودة بروتين الذرة

أولاً : بالنسبة لطفل عمره ٣-٦ شهور

الأحماض الأمينية	الأحماض الأمينية الموجودة فى ١,٨٥جم* بروتين مثالى ملجم	الأحماض الأمينية الموجودة فى بروتين الذرة ملجم/جم	كمية المتناول من بروتين الذرة لمقابلة احتياج الطفل من الحامض الأكثر نقصًا جم/كجم/اليوم
Isoleucine	٦٥	٣٧	١,٧٦
Leucine	١٤٨	١٢٥	١,١٨
Lysine	٩٦	٢٧	*٣,٥٥
TSAA	٥٤	٣٥	١,٥٤
TAAA	١١٦	٨٧	١,٣٣
Threonine	٨١	٣٦	٢,٢٥
Tryptophan	١٥,٧	٦,١	٢,٥٧
Valine	٨٧	٤٨	١,٨١
Histidine	٢٦	٢٧	٠,٩٦
مؤشر جودة البروتين = $\frac{١,٨٥}{٣,٥٥}$ = ٥٢٪			

* كمية البروتين التى تحتوى نظريًا على الأحماض الأمينية بالكمية والنوعية التى تفى باحتياجات الطفل.

تابع جدول (٤-٥)

ثانيًا : بالنسبة لشخص بالغ :

الأحماض الأمينية	الأحماض الأمينية الموجودة فى ٠,٥٥جم* من بروتين مثالى ملجم	الأحماض الأمينية المكونة بروتين الذرة ملجم/جم	كمية المتناول من بروتين الذرة لمقابلة احتياجات الشخص البالغ جم/كجم/اليوم
Isoleucine	٩,٩	٣٧	٠,٢٧
Leucine	١٣,٨	١٢٥	٠,١١
Lysine	١٢,١	٢٧	٠,٤٥
TSAA	١٣,٢	٣٥	٠,٣٨
TAAA	١٣,٨	٨٧	٠,١٦
Threonine	٧,٢	٣٦	٠,٢٠
Tryptophan	٣,٦	٦,١	٠,٥٨*
Valine	٩,٩	٤٨	٠,٢١
مؤشر جودة البروتين = $\frac{٠,٥٥}{٠,٥٨}$ = ٩٥٪			

* كمية البروتين التى تحتوى نظريًا على الأحماض الأمينية بالكمية والنوعية التى تفى بحاجة الفرد.

ويلاحظ هنا الفرق بين مؤشر جودة بروتين الذرة بالنسبة للطفل وبالنسبة للشخص البالغ.

٥ ـ درجة البروتين Protein Score :

لحساب درجة البروتين من محتواه من الأحماض الأمينية (جدول ٤-٦) :

١- يحسب إجمالى الأحماض الأمينية الأساسية فى البروتين المرجعى.

٢- تحسب نسبة الحامض الأمينى بالنسبة لمجموع الأحماض الأمينية الأساسية ويقتصر ذلك على الأحماض الأمينية الأكثر نقصًا فى غذاء الإنسان، وهى غالبًا lysine، الأحماض الأمينية الكبريتية (cysteine+methionine), tryptophan.

جدول (٤-٦) حساب درجة البروتين

مثال		البروتين المرجعى ملجم / جم / N	البروتين المختبر ملجم/ جم/ N
مجموع الأحماض الأمينية الأساسية	=	٣١٢٥	٢٨٥٠
قيمة الحامض الأمينى lysine	=	٤٠٣	٤٣٥
قيمة cysteine + methionine	=	٣٤٦	١٩٦
قيمة الحامض الأمينى tryptophan	=	١٠٠	٨٦
نسبة lysine/ المجموع	=	$\frac{٤٠٣}{٣٢١٥}$ = ١٢,٥٪	$\frac{٤٣٥}{٢٨٥٠}$ = ١٥,٢٪
نسبة الأحماض الكبريتية/ المجموع	=	$\frac{٣٤٦}{٣٢١٥}$ = ١٠,٨٪	$\frac{١٩٦}{٢٨٥٠}$ = ٦,٩٪
نسبة tryptophan/ المجموع	=	$\frac{١٠٠}{٣٢١٥}$ = ٣,١٪	$\frac{٨٦}{٢٨٥٠}$ = ٣,٠٪

نسبة درجة البروتين المختبر : درجة البروتين المرجعى بالنسبة إلى كل حامض:

Lysine = ١٥,٢ : ١٢,٥ = < ١٠٠٪

Methionine + Cysteine = ٦,٩ : ١٠,٨ = ٦٣,٩ ٪

Tryptophan = ٣,٠ : ٣,١ = ٩٦,٨ ٪

٦- تقدير القيمة التغذوية للبروتين من محتواه من الأحماض الأمينية:

تتوقف القيمة التغذوية للبروتين من محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية من حيث كميتها ونمطها pattern على افتراض أن نمط الأحماض الأمينية الناتجة من تحليل البروتين كيميائيًا فى المعمل يشابه نمط الأحماض الأمينية المنطلقة فى الجسم بعد هضم البروتين وامتصاص الأحماض الأمينية.

ويقارن نمط الأحماض الأمينية الناتجة من التحليل الكيميائى للبروتين بنمط الأحماض الأمينية لبروتين مرجعى مثل البيض أو اللبن.

كما يمكن مقارنة هذا النمط بنمط الأحماض الأمينية الذى وضعته منظمة الأغذية والزراعة.

وحتى يسهل المقارنة يفضل تقدير نمط الأحماض الأمينية وذلك باختيار أقل الأحماض الأمينية تواجدًا فى البروتين وتقدر نسبة كل حامض بالنسبة لهذا الحامض وعادة يستخدم tryptophan وتقسم كل الأحماض الأمينية على قيمة tryptophan وبذا تتحول قيمته إلى واحد، وقد اختير هذا الحامض لأنه أقل حامض أمينى يحتاجه الجسم كما أنه يوجد بكميات منخفضة فى معظم الأغذية. وإذا لم يكن محتوى هذا الحامض متاحًا يمكن استخدام حامض threonine بدلاً منه كما فى جدول (٤-٧).

جدول (٤-٧) نمط الأحماض الأمينية لبروتين البيض والفول السودانى باستخدام Tryptophan وThreonine كوحدة

الأحماض الأمينية	أحماض أمينية جم/ ١٦جم N		نمط الأحماض الأمينية Tryptophan = ١		نمط الأحماض الأمينية Threonine = ١	
	بيض	سودانى	بيض	سودانى	بيض	سودانى
Lysine	٦,٦	٣,٦	٣,٩	٤,٠	١,٣	١,٣
Methionine + Cystine	٥,٤	٢,٧	٣,٠	٣,٢	١,٠	١,٠
Threonine	٥,٠	٢,٧	٣,٠	٣,٠	١,٠	١,٠
Tryptophan	١,٧	٠,٩	١,٠	١,٠	٠,٣	٠,٣

ويسهل مقارنة نمط الأحماض الأمينية.

إن نمط الأحماض الأمينية يؤثر على مدى استفادة الفرد من البروتين، إذ إن عدم توازن imbalance الأحماض الأمينية بجانب أنه يقلل من شهية الفرد فإنه يزيد من احتياج الفرد من الحامض الأمينى الأقل وجودًا فى البروتين. ومن صور عدم التوازن:

١- اختلال التوازن imbalance :

إن اختلال توازن الأحماض الأمينية ولو بسيط فإنه يزيد من احتياج الفرد للأحماض الأمينية الأخرى للمحافظة على سرعة نمو معينة وخصوصًا إذا كانت كمية البروتين المتناولة قليلة.

٢- زيادة execess أى من الأحماض الأمينية :

إن أى زيادة من الحامض الأمينى لـه تأثير سلبى على مـدى الاستفادة مـن البروتين، وإن درجة تحمل هذه الزيادة محدود. وقد يسبب الزيادة من الحامض الأمينى تأثيرًا ضارًا كما ظهر من تجارب الحيوان على العين والجلـد والكبـد والبنكريـاس، مـع انخفاض نسبة النمو خصوصًا إذا كان نسبة البروتين فى الغذاء منخفضة. ويمكن تقليل الضرر دون تحسن يذكر فى سرعة النمو الذى ظهـر علـى الأعضـاء بإضافـة الحـامض الأمينى الحدى الأول.

٣ - التأثير المضاد :

وقد يكون لزيـادة بعـض الأحمـاض الأمينيـة تأثـير مضـاد antagonism علـى أحماض أمينية أخرى مثل زيـادة leucine تقلـل مـن الاسـتفادة مـن الأحمـاض الأمينيـة المتشابهة فى التركيب مثل isoleucine وvaline. كما لوحـظ أن زيـادة lysine تؤثـر على الاسـتفادة مـن arginine... ويلاحـظ أن حالـة التضـاد لا تسـتجيب إذا أضيـف الحامض الأمينى الحدى الأول. ويمكن التقليل منها إذا انخفـض المتنـاول مـن الحـامض الأمينى المتشابهة فى التركيب.

تقدير الأحماض الأمينية المتاحة

Determination of Available Amino Acids :

أظهرت تجارب Kuiken وLyman ١٩٤٨ أن الأحماض الأمينية ليست كلهـا متاحة بدرجة واحدة من البروتين، وخصوصًا حـامض lysine الـذى يتـأثر بالمعـاملات الحرارية للأغذية فى تفاعل maillard، وكذلك حامض methionine، وهذا يؤثر على القيمة التغذوية للبروتين. ولهذا فإنه عند تقدير محتوى الأحماض الأمينية معمليًا يفضـل أن يتبع بتقدير للأحماض الأمينية المتاحة حتـى يكـون تقديـر القيمـة التغذويـة للـبروتين أدق. ويمكن اتباع ذلك بطرق كيمائية أو إنزيمية، ميكروبيولوجية، حيوانية.

١- الطرق الكيمائية Chemical Methods :

وضع Carpenter (١٩٦٠) طريقة تقدير حـامض lysine المتاحـة باسـتخدام محلول Sanger Fluordinitrobenzene (F-DNB) ، حيـث يتحد مع المجموعة الأمينيـة الحرة لحامض lysine ، فيكونا ε-dinitrophyl-lysine (ε-DNP-lysine) الذى ينفصل

بالتحليل ويقدر لونيًا colorimetrically. وقد وجد Baliga (١٩٥٩)، وأيضًا وجدت Nawar وآخرون (١٩٧٠) أن نتائج التقدير الكيمائى اتفقت مع التقديرات البيولوجية. ولكن هناك بعض الصعوبات تعترض هذه الطريقة فى حالة الأغذية الغنية بالكربوهيدرات إلا أنه يمكن فصل الكربوهيدرات أولاً كروماتوجرافيًا ثم يقدر lysine المتاح.

٢- الطرق الإنزيمية Enzymatic methods :

وصف Sheffiner (١٩٥٦) وآخرون طريقة تقدير الأحماض الأمينية المتاحة إنزيميًا. وتأخذ فى اعتبارها الأحماض الأمينية المتاحة أثناء الهضم، أى الإتاحة الفسيولوجية. وتستخدم هذه الطريقة فى عمل دليل index للأحماض الأمينية يجمع نمط الأحماض الأمينية الأساسية المنطلقة أثناء الهضم بواسطة إنزيم الببسين مع نمط باقى الأحماض البروتين حتى يمكن الحصول على دليل كامل يسمى Pepsin (PDR)-Digest-Residue. وقد وجد أن هناك ارتباط بين PDR ونتائج استخدام صافى استخدام البروتين NPU لمجموعة من البروتينات. وبقسمة دليل الأحماض الأمينية على معامل الهضم للبروتين ينتج القيمة الحيوية (BV) للبروتين. استخدم Mauron وBujar (١٩٦٣) طريقة هضم اللبن المعامل لتقدير إتاحة lysine, methionine, tryptophan. وكانت النتيجة متفقة مع نتائج تجارب نسبة كفاءة البروتين PER.

٣ - الطرق الميكروبيولوجية Microbiological Methods :

تستخدم بعض الكائنات الدقيقة فى تقدير إتاحة الأحماض الأمينية، مثل Streptococcus zymogenes NCDC 592 التى استخدمها Ford (١٩٦٢) على أن تقوم الكائنات الدقيقة بتحليل البروتين. وتحتاج الأحماض الأمينية Leucine, methionine, isoleucine, histidine, tryptophan, valine أى تكون هذه الأحماض أساسية بالنسبة للكائن. وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح.

٤ - الطرق الحيوانية Animal Essays :

استخدمت هذه الطريقة بواسطة Kuiken وLaymen (١٩٤٨) حيث أجروا تجاربهما باستخدام الفيران وذلك لتقدير إتاحة لعشرة أحماض أمينية فى عدد من الأغذية. وكان أساس هذه التجارب هو تقدير الأحماض الأمينية فى الأغذية وفى البراز مع تقدير نتروجين البراز الميتابولى.

واستخدمت هذه الطريقة لتقدير إتاحة حامض lysine وmethionine على أساس استعادة وزن فيران غذيت على غذاء خالى من البروتين. كما قدر إتاحة حامض arginine باستخدام استجابة الفيران النامية للنمو وقدر الحامض الأمينى فى الغذاء والبراز.

القدرة التكميلية للبروتين :

The Supplementary Value of Protein :

تختلف القيمة التغذوية لبروتينات الأغذية حسب مدى احتوائها على الأحماض الأمينية الأساسية، وقد وجد أن معظم البروتينات النباتية ينقصها أو يوجد بها بنسبة منخفضة واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الأساسية مثل حامض Lysine وTryptophan وThreonine وMethionine، وعلى هذا فلا يمكنها إحداث النمو المناسب إذا كانت المصدر الوحيد للبروتين فى الغذاء، كما سبق ذكره، وعادة فإن وجبات الإنسان تحتوى على مجموعة مختلفة من الأغذية والتى تختلف فيما تحتويه من الأحماض الأمينية الأساسية مثل الحبوب والبقول، كما أن البروتينات النباتية غالبًا ما يؤكل معها بروتينات حيوانية مثل اللحوم أو الأسماك أو اللبن أو البيض.. إلخ ومن الواضح أن المحتوى الكلى للأحماض الأمينية فى الوجبة هو الذى يحدد القيمة التغذوية للوجبة وليس محتوى غذاء واحد من الأحماض الأمينية (Jansen ١٩٦٤) أى أن الخليط من البروتينات النباتية مثل الحبوب والبقول تكمل بعضها حيث أن مجموع الأحماض الأمينية الموجودة فى البقول تنتج خليطًا من الأحماض الأمينية ذات قيمة تغذوية أحسن مما لو تناول الفرد الحبوب أو البقول كل على حده، وقد استعمل الإنسان خليط البروتينات النباتية منذ قديم الزمن ولو أنه لم يعرف أهميتها التغذوية إلافى القرن العشرين، فالصينيون القدماء استعملوا بروتينًا ذا قيمة تغذوية عالية من خليط بروتينات.

وبدراسة جداول محتوى الأغذية من الأحماض الأمينية المختلفة يمكن معرفة امكانيات خلط البروتينات حسب محتواها من الأحماض الأمينية لتكمل بعضها البعض، فمثلاً بروتين الحبوب ينقصه الحامض الأمينى Lysine، ويمكن إكمال هذا النقص ببروتين اللبن، كما أن بروتين البقول ينقصه الحامض الأمينى Methionine، وبخلط

بروتين الحبوب مع بروتين البقول يمكن تعويض النقص فى كل منهما... هـذا يوضـح أنه ليس من الضرورى أن يتناول الفرد بروتينًا حيوانيًا مثـل السـمك أو اللحـم واللـبن أو البيض للحصول على بروتين عالى القيمـة التغذويـة للصيانـة والنمـو، كمـا أن هـذا يوضح أيضًا أن النباتيين Vegetarian لا يعانون من النقص فى الأحماض الأمينية.

وعملية خلط البروتينات النباتية لانتاج بروتين عالى القيمة التغذوية من الأمور الهامة فى الدول النامية التى تعانى من نقص البروتين الحيوانـى مـع ملاحظـة أن زيـادة الانتاج من الثروة الحيوانية يعتبر من الأمور الكثـيرة التكـاليف، ولهـذا هنـاك محـاولات كثيرة فى بلاد العالم لمواجهة نقص البروتين الحيوانى وارتفاع أثمانه بانتاج أنواع مختلفة من الأغذية يحتوى كل منها على خليط من بروتينات رخيصة أما نباتية فقـط أو نباتيـة وحيوانية، ففى جوالاتيما انتج خليطًـا مـن بروتينـات نباتيـة (Schrimshaw وآخـرون ١٩٦١) ويسـمى الخليط Incap ويتكـون مـن ٢٨٪ ذرة، ٢٨٪ ذرة رفيعـه، ٣٨٪ مسـحوق بـذور القطـن، ٣٪ خميرة، ٣٪ مسـحوق أوراق وقـد أظهـرت الدراسـات المختلفة أنها ذات بروتين عـالى القيمـة التغذويـة بالنسـبة للحيوانـات الناميـة وبالنسـبة للأطفال وخصوصًا الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية.

وفـى الهنـد أمكـن انتـاج عـدة خلطـات نباتيـة (Panemangalor وآخـرون ١٩٦٥) وقد أثبت صلاحيتها، كما أمكـن انتـاج غـذاء سوبرامين Superamine(El-Nile Co) (١٩٧٣) فى مصر ويتركـب مـن دقيـق قمـح بنسـبة ٢٨٪، وحمـص بنسـبة ٣٨٪ وعدس بنسبة ١٨٪ ولبن مخفف بنسبة ١٠٪ وسكر بنسبة ٥٪ مع إضافات مـن فيتامينات ورائحة الموز.

وقد أمكن استخدام السوبرامين فـى عمـل أنـواع مـن الفطـائر تفيـد البـالغين والأطفال بمـا تحتويـه مـن عنـاصر تغذويـة هامـة. وقـد اجريـت دراسـة لتقييـم غـذاء السوبرامين (El.Baghdadi, Nawar ١٩٧٤) واخذت عينـة مـن السـيدات حديثـات الولادة قد أظهرت النتائج أن فطائر السوبرامين أمكنها تحسين حالة الهيموجلوبـين فـى تلك العينة من السيدات بعد ثمانية أيام، كما يظهر فى جدول (٤-٨).

جدول (٤-٨) مستوى الهيموجلوبين سيدات حديثات
الولادة قبل وبعد التغذية على السوبرامين

الأفراد	مستوى الهيموجلوبين في أول التجربة	مستوى الهيموجلوبين بعد ٨ أيام
	جم / ١٠٠ مل	جم / ١٠٠ مل
١	٦	٧,٥
٢	١٠	١١,٠
٣	٧,٥	٧,٥
٤	٧,٥	١١,٥
٥	٩,٥	١١,٥
المتوسط	٨ ± ١	٩,٦ ± ٠,٩

كما أمكن انتاج تسع وجبات مكونة من مخاليط من بروتينات نباتية وكذا بروتينات نباتية وحيوانية معلبة ومجففة (El - Masry ١٩٧٣) وأظهرت النتائج أنه أمكن استخدامها فى معالجة بعض حالات سوء التغذية فى الأطفال كما يمكن تحسين القيمة التغذوية للبروتين بواسطة إضافة الأحماض الأمينية الناقصة كما ظهر من نتائج التجارب المختلفة (Howe وآخرون ١٩٦٥) و (Daniel وآخرون ١٩٦٦)، على أن تاخذ فى الاعتبار سرعة امتصاص الأحماض الأمينية المضافة وكثرة التكاليف (Harper ١٩٥٨).

وبالإضافة إلى ما سبق يمكن تحسين القيمة التغذوية للبروتين النباتى بالتحسين الوراثى وقد أمكن انتاج صنف الذرة (Mertx & Baies Opaque-2 ١٩٦١) حيث يحتوى على نسبة أعلى من البروتين وكذا الأحماض الأمينية lysine وtryptophan أكثر من الذرة العادى، وقد ثبت صلاحيته على الأطفال (Bressani ١٩٦١) والبالغين (Clark ١٩٦٠)، وكما أمكن انتاج بعض اصناف الذرة الرفيعة المحسنة، وأعطت نتائج طيبة (Nawar وآخرون ١٩٧٠). كذلك إنتاج صنف عالى البروتين من الذرة

وأيضًا من الأرز وكلها أصناف واعدة ذات قيمة تغذوية تقارب قيمة البروتين الحيوانى. كما يمكن استخلاص بروتين الأوراق الخضراء للنباتات إذ أنه ذو قيمة تغذوية عالية ويمكن تحويله إلى بروتين مركز leaf protein concentrate وتعتبر الكائنات وحيدة الخلية من المصادر الجيدة للبروتين single-cell protein مثل الخميرة والبكتيريا والطحالب والفطريات وأكثرها انتشارًا هى الخميرة. ويمكن لهذه الكائنات استخدام مخلفات الصناعة كمصدر للكربون اللازم لنموها، أى أن هذه الكائنات تعتبر مصدرًا اقتصاديًا لزيادة البروتين، إلا أن هذه الكائنات قد يكون بها مواد ضارة أو سامة للجسم وقد تكسب البروتين الرائحة والطعم الموجودة فى المخلفات، وهذه كلها مشاكل لابد من حلها.

مصادر البروتين Protein Sources :

البروتين من العناصر التغذوية المنتشرة فى كثير من الأغذية النباتية والحيوانية مثل اللحم والبيض واللبن والسمك والحبوب والبقول والمكسرات... أما الفواكه والخضروات فهى فقيرة فى محتواها من البروتين، ومن الأغذية التى لا تحتوى على بروتين: السكر والدهون والزيوت.. والجدول (٤-٩) يبين نسبة البروتين الموجود فى الأغذية المختلفة فى صورة جرام / ١٠٠ جم غذاء.

ويقدر البروتين فى الغذاء كيميائيًا بواسطة تقدير النيتروجين الكلى بطريقة كلداهل Kjeldahl ثم ضرب الناتج × ٦,٢٥ على أساس أن البروتين يحتوى فى المتوسط على ١٦٪ نيتروجين، ولكن الأغذية تختلف فى محتواها من النيتروجين (٤ - ١٠).

جدول (٤-٩) النسبة المئوية للبروتين فى الأغذية

الغذاء	البروتين جم/١٠٠جم غذاء	الغذاء	البروتين جم/١٠٠جم
فول جاف	٢٥,٠	خبز بلدى	٨,٢
فاصوليا جافة	٢٢,٦	خبز أبيض	٨,٣
عدس جاف	٢٣,٧	قمح	١١,٥
لوز	١٨,٦	أرز	٧,٢
فول سودانى	٢٥,٥	ذرة شامية	٩,٤
دجاج	١٩,٠	تفاح	٠,٣
بيض	١٢,٨	مشمش	٠,٨
سمك	١٩,٠	موز	٠,٣
جبن جاف	٢٧,٠	بلح	٠,٩
جبن طرى	١٦,٠	جزر	١,٠
لبن بقرى	٣,٠	قرنبيط	٢,٤
زبادى	٣,٢	فول أخضر	٥,٢
زبدة	١,٠	خيار	٠,٧
سمن	٠,٢	سبانخ	٢,٨
		طماطم	٠,٨

جدول (٤-١٠) معامل تحويل النيتروجين إلى بروتين فى الأغذية المختلفة

الغذاء	معامل التحويل	الغذاء	معامل التحويل
لبن	٦,٣٨	أرز	٥,٩٥
بيض	٦,٢٥	فول سودانى	٥,٤٦
لحم	٦,٢٥	فول صويا	٥,٧١
ذرة	٦,٢٥	سمسم	٥,٣٠
فول	٦,٢٥	مكسرات	

المقررات الغذائية اليومية للفرد من البروتين :

Recommended Dietary allowances / day / individual :

يقوم البروتين فى الوجبة الغذائية بوظيفة البناء والصيانة وهى الوظيفة الأساسية للبروتين (كما سبق ذكره) ونحن نعلم أن احتياج الطفل للبروتين فى مرحلة النمو يفوق احتياج الفرد البالغ، واحتياج الطفل الرضيع للبروتين بالنسبة لكل كجم يصل إلى خمسة أمثال احتياج الفرد البالغ بالنسبة لكل كجم، ويحتاج الفرد البالغ إلى البروتين للصيانة ولتعويض الأنسجة.

وبناء على دراسات متعددة مثل التوازن النيتروجينى وغيرهما أوصت اللجنة المشتركة المكونة FAO/WHO سنة ١٩٧٤، أن الفرد البالغ يحتاج إلى البروتين بمعدل ٠,٥٨، ٠,٥٢ جم/كجم من وزن الجسم الرجل والمرأة على الترتيب وهذا يعتبر مستوى الأمان Safe level على أن يكون البروتين عالى القيمة التغذوية أى فى صورة لبن أو بيض، وحيث أن وجبات الناس العادية تحتوى على مصادر أخرى هى خليط من البروتين النباتى والحيوانى، فإن القيمة التغذوية لبروتين هذه الوجبات أقل منه فى حالة البيض أو اللبن، وعلى هذا يمكن عمل تصحيح باستعمال المعادلة الآتية:

$$\text{مقررات البروتين اليومية} = \frac{\text{مستوى الأمان} \times \text{القيمة التغذوية لبروتين البيض}}{\text{القيمة التغذوية لبروتين الغذاء}}$$

وعلى أى حال فقد وجد أنه باستعمال مستوى الأمان السابق الذكر، فإن على الفرد الذى وزنه ٦٥ كجم أن يتناول ٣٧ جم بروتين يوميًا، وأن تتناول الأنثى التى وزنها ٥٥ كجم يوميًا ٢٩ جم بروتين، ولابد أن تكون الوجبة مناسبة من ناحية محتواها من الطاقة ويزيد احتياج الفرد للبروتين فى حالة قيامه بأعمال يدوية شاقة، وكذا الفرد الرياضى كما يزيد الاحتياج فى حالة المرض، وبصفة عامة يوصى بأن يكون $\frac{٢}{٣}$ بروتين الغذاء من مصدر نباتى، $\frac{١}{٣}$ من مصدر حيوانى.

أما بخصوص اختيار البروتين للنمو أى الاحتياج إليه أثناء مرحلتى الطفولة والمراهقة فيجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن وزن الطفل فى نهاية السنة الأولى ثلاثة أمثال وزنه عند الميلاد أى أن نموه يكون سريعًا ثم يقل حتى مرحلة المراهقة، فمتوسط الزيادة اليومية لكل كجم من وزن الجسم تكون بمعدل ٥-٦ جم أثناء الستة شهور

الأولى من حياة الفرد، ثم ينخفض إلى ٢-٣ جم فى السنة شهور التالية، وفى أثناء السنة الثانية ينخفض إلى ٠,٥-٠,٦ جم وتصل أثناء السنة السادسة إلى ٠,٣ جم، ويستمر على هذا المستوى حتى المراهقة.

وقد أوصت اللجنة أن تكون المقررات اليومية للبروتين فى صورة بروتين لبن أو بيض للطفل أثناء السنة الأولى على النحو التالى:

العمر بالشهور	جرام / كجم من وزن الجسم
٣	٢,٤٠
٣-٦	٢,٠
٦-٩	١,٨
٩-١١	١,٦

وعندما يصل الطفل إلى سن الرابعة أو الخامسة تقل سرعة النمو ويكون قد تدرج فى غذائه ويصبح غذائه من الأكل العادى للأسرة، مع الاهتمام بأن يشرب اللبن)، وبعد سن الخامسة تقل سرعة النمو، ويمكنه أن يعيش فى حالة جيدة على الغذاء العادى للأسرة ولكن مع الاهتمام بأن يكون الغذاء متنوعًا ويحتوى على خليط من البروتينات.

أما بخصوص السيدات أثناء فترات الإنجاب فإنه فى حالة الحمل يزيد الاحتياج بمعدل ٦جم يوميًا وفى حالة الرضاعة يزيد الاحتياج ١٧ جم يوميًا ويجب أن تعطى احتياجاتها من البروتين على صورة لبن أوبيض.

ولتوفير احتياج الفرد من البروتين اليومى فى الغذاء، ينبغى أن تصمم الوجبة على أن تكون نسبة الطاقة المستمدة من البروتين يعادل ١٠-١٢٪ من الطاقة الكلية الموجبة على أن يكون البروتين فى الوجبة الغذائية من مصادر مختلفة حيوانية ونباتية على أن تحتوى الوجبات أثناء الطفولة أو الحمل والرضاعة على كمية مناسبة من اللبن.

الاحتياجات اليومية من الأحماض الأمينية الأساسية

Essential Amino Acid Requirements :

بعد اكتشاف الحامض الأمينى Threonine سنة ١٩٣٥ تمكن المختصون فى

التغذية من وضع المقررات اليومية للإنسان من الأحماض الأمينية الأساسية ويلاحظ أن غياب أحد الأحماض الأمينية الأساسية يؤدى إلى وقف النمو فى الطفل وعدم الوصول إلى حالة التوازن النيتروجينى فى الشخص البالغ.. والجدول (٤-١١) يبين الاحتياجات اليومية من الأحماض الأمينية اليومية الأساسية.

جدول (٤-١١) المقررات اليومية من الأحماض الأمينية الأساسية(*)

مللجم / كجم وزن الجسم

الحامض الأمينى	الطفل الرضيع	الطفل ٢-٥ سنة	الصبى ١٠-١٢ سنة	الشخص البالغ
Histidine	٣٤	٢٤,٥	٢٤,٥	-
Isoleucine	١٢٦	٣١	٢٨	١٠
Leucine	١٥٠	٧٣	٤٤	١٤
Lysine	١٠٣	٦٤	٤٤	١٢
Methionine+ Cysteine	٤٥	٢٧	٢٢	١٣
Phenylalanine+ Tyrosine	٩٠	٦٩	٢٢	١٤
Threonine	٨٧	٣٧	٢٨	٧
Tryptophan	٢٢	١٢,٥	٣,٣	٣,٥
Valine	١٠٥	٤٨	٢٥	١٠

ويرتبط نقص تناول البروتين ببعض الحالات المرضية مثل الكوشيوركور Kwashiorkor والمراسمس Marasmus كما سيأتى ذكره.

الحالة التغذوية للبروتين والأحماض الأمينية حول العالم:

تختلف الحالة التغذوية للبروتين فى العالم (كما سبق ذكره)، فمعظم بروتين الغذاء فى الدول المتقدمة مستمدة من بروتين حيوانى بعكس الحال فى الدول النامية حيث أن معظم البروتين مستمد من بروتين نباتى، والجداول (٤-١٢، ١٣، ١٤) تبين متوسط نصيب الفرد اليومى من مصادر البروتين فى العالم.

(*) Holt وآخرون ١٩٩٠.

جدول (٤-١٢) نصيب الفرد من مصادر البروتين فى العالم

البروتين / الدول	جرام / الفرد / اليوم					
	لبن	لحم	بيض	سمك	بروتين	
					حيوانى	كلى
الدول المتقدمة	٥٧٣	١٥٢	٣٠	٣٤	٤٤	٩٠
الدول النامية	٧٩	٣٠	٤	٢٠٤	٩	٥٨

جدول (٤-١٣) متوسط البروتين المتناول حول دول العالم

جم / الفرد / اليوم

الدولة	البروتين النباتى	البروتين الحيوانى	البروتين الكلى
أمريكا الشمالية	٢٧,٥	٧٠,٧	٩٨,٢
أستراليا ونيوزيلاندا	٣١,٠	٦٣,٤	٩٤,٤
الأرجنتين وباراجواى	٣٦,٦	٥٧,٤	٩٤,٠
غرب أوربا	٣٩,٧	٤٨,٥	٨٨,٢
شرق أوربا	٥٥,١	٣٥,٨	٩٠,٩
روسيا	٥٦,٥	٣٥,٧	٩٢,٢
اليابان	٤٥,١	٣١,٨	٧٦,٩
أمريكا اللاتينية والكاريبى	٣٥,٢	٢٢,٨	٥٨,٠
الشرق الأوسط	٥٣,٧	١٢,٢	٦٥,٩
أفريقيا	٤٨,٩	١٢,١	٦١,٠
الصين	٤٧,٨	٨,٨	٥٦,٦
جنوب آسيا	٤٢,٥	٦,٣	٤٨,٨

جدول (٤–١٤) استهلاك الطاقة والبروتين والأحماض الأمينية الأساسية فى بعض دول العالم فى اليوم / فرد (١٩٩٢)(*)

العناصر الغذائية / الدول	الطاقة كالورى	البروتين				الأحماض الأمينية الأساسية (ملجم/ جم بروتين)							
		الكلى جم	الحيوانى ٪	الحبوب ٪	البقول ٪	Iso-Leucine	Leu-cine	lysine	SAA[2]	AAA[1]	Thre-onine	Tryp-tophan	Val-ine
الدول النامية													
مصر	٣٣٣٥	٧٨,٣	١٤,٩	٦٨,٣	٦,٦	٤٠	٨٢	٤٠	١٧	٨٠	٣٤	١٢	٤٩
الهند	٢٣٩٤	٥٨,١	١٦,٤	٦٢,٧	١١,٧	٤٥	٨٠	٤٩	٣٧	٨٤	٣٧	١٢	٥٢
الفليبين	٢٣٥٥	٥٢,٤	٤٠,٦	٤٦,٢	١,٥	٤٩	٨٠	٥٧	٣٧	٨٠	٣٨	١٢	٥٣
نيجيريا	٢٣٢٤	٤٣,٩	٣٢,٣	٤٥,٨	٣٧,٠	٤٣	٩٣	٤٦	٣٤	٨١	٣٦	١٢	٥٠
تونس	٣٣٣٢	٩٠,٩	٣٠,٩	٦١,٢	٦,٦	٤٢	٧٣	٤٣	٣٨	٧٨	٣٣	١٢	٤٨
الدول المتقدمة													
استراليا	٣٣٧٩	١٠٠,٤	٦٨,٢	١٨,٤	٢,٣	٤٨	٨١	٦٩	٣٨	٨١	٤٣	١٢	٥٤
فرنسا	٣٦٣٢	١٣٦,٩	٦٧,١	٢١,٤	١,٧	٤٨	٨١	٦٧	٣٨	٨١	٤٠	١٢	٥٣
اليابان	٢٨٨٧	٩٧,٦	٥٧,١	٢١,٧	١١,٩	٤٧	٨٠	٦٩	٣٨	٨١	٤١	١٢	٥٣
المملكة المتحدة	٣٦١٧	٩١,٢	٥٧,٣	٢٥,١	٢,٥	٤٧	٧٩	٦٤	٣٨	٨٣	٣٩	١٢	٥٣
الولايات المتحدة	٣٧٣٢	١١٢,٩	٦٥,١	٢١,٨	٢,٨	٤٧	٨٠	٦٧	٣٨	٨٠	٤٠	١٢	٥٣

1: Aromatic Amino Acids

2: Sulfur Containing Amino Acids

(*) Pellet, 1999. Food & nutrition Bulletin. Vol. 17, 212.

الباب الخامس

الهضم والامتصاص والميتابوليزم

Digestion, Absorption and Metabolism

الهضم والامتصاص والميتابوليزم

Digestion, Absorption and Metabolism

الهضم :

كان أول من اهتم بدراسة الهضم هو العالم الفرنسي René de Reaum (١٦٨٣- ١٧٥٧) الذى وجد أن إفرازات العصير المعدى gastric juice تحول اللحم إلى الحالة السائلة. ثم قام Lazzaro Spallaezani (١٧٢٩ - ١٧٩٩) بدراسة أثر اللعاب على الغذاء. واهتم William Beaumont (١٧٨٥ - ١٨٥٣) بدراسة الهضم، وتوصل إلى حركة المعدة أثناء الهضم، وقد كانت هذه الدراسة أساسًا لدراسة عملية الهضم بعد ذلك.

ويتكون الجهاز الهضمى من القناة الهضمية وملحقاتها (شكل ٥-١أ) والهضم هو العملية التى فيها يتحول الغذاء من حالة معقدة وجزئيات كبيرة لا يمكن أن تمر خلال الغشاء المخاطى المبطن للقناة الهضمية إلى جزئيات أصغر يسهل امتصاصها.

مركبات غنية بالطاقة ـــــهضمـــــ مركبات فقيرة فى الطاقة

(دهون - كربوهيدرات) ثانى أكسيد الكربون + ماء

وبعض المركبات العضوية يسهل امتصاصها بدون هضم، مثل السكريات الأحادية والأملاح المعدنية، وتحتاج بعض الأغذية إلى معاملات خاصة حتى تصبح صالحة للأكل ويسهل امتصاصها، فمثلاً لا يمكن تناول الأرز أو الدقيق بحالته النيئة. وتتم عملية الهضم فى الجسم بواسطة إنزيمات مختلفة على درجة حرارة الجسم فى مدة ٣ - ٦ ساعات، ويمكن إجراء عملية هضم وتحليل الأغذية فى المعمل، ولكنها تحتاج إلى درجة حرارة خاصة وضغط أعلى من الضغط الجوى مع استعمال محاليل مركزة من أحماض أو قلويات، كما أنها تتم فى مدة طويلة قد تصل إلى ١٢ - ١٨ ساعة حسب نوع الغذاء.

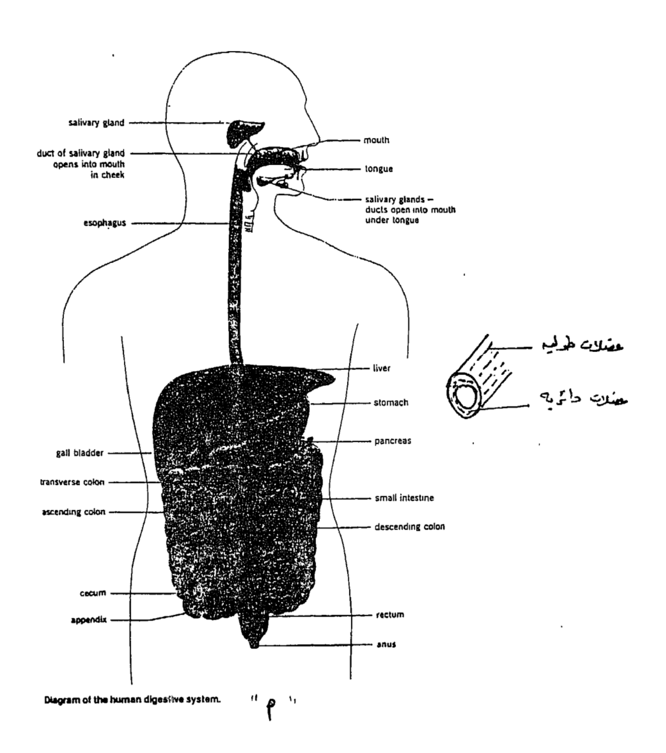


Diagram of the human digestive system.

شكل (٥-١) الجهاز الهضمى للإنسان

ودراسة عملية الهضم تتلخص فى دراسة تأثير الإنزيمات المختلفة على الغذاء، وتتم عملية الهضم فى القناة الهضمية بين الفم ونهاية الأمعاء الدقيقة، وتساعد معاملة الأغذية بالحرارة على عملية الهضم، حيث تؤدى إلى تليين السيلولوز وتحليل النشا وتحويل البروتين إلى صورة أسهل هضمًا مع تحسين الطعم والرائحة، مما يؤدى إلى زيادة إفرازات الجهاز الهضمى. وللهضم جانبان : جانب آلى أو ميكانيكى، وجانب كيميائى. والجانب الآلى هو المسئول عن التقطيع وخلط وتحريك الغذاء فى الجهاز الهضمى، وهذا يحدث بواسطة عملية المضغ فى الفم وحركة عضلات جدران الجهاز الهضمى الطولية والدائرية (شكل ٥-١ب) فانقباض العضلات الطولية يعمل على حركة الغذاء للأمام، أما العضلات الدائرية فيعمل انقباضها على تنعيم الغذاء وخلطه، أما الجانب الكيميائى للهضم فهو المسئول عن تحليل الغذاء كيميائيًا بواسطة الإنزيمات المختلفة، ويقوم الإنزيم بوظيفته دون أن يتأثر بهذه العمليات، ودون أن يحتاج إلى حرارة أو ضغط، والإنزيمات الهاضمة مواد بروتينية الأصل تقوم بتحليل المواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية وهى متخصصة، بمعنى أن الإنزيمات التى تحلل الكربوهيدرات غير تلك التى تحلل البروتينات أو الدهون، وعادة يشتق اسم الإنزيم من اسم المادة التى يقوم بتحليلها، فمثلاً الإنزيمات التى تحلل الكربوهيدرات تسمى كربوهيدريزات Carbohydrases والتى تحلل الليبيدات تسمى ليبيزات lipolytic Lipases والتى تحلل البروتينات تسمى بروتيزات proteolytic Proteases، وفى بعض الأحيان يستعمل اسم مكان إفراز الإنزيم مع اسم الإنزيم مثل ليبيز البنكرياس Pancreatic Lipase.

ولكن هذه المسميات أصبحت لا تفى بالغرض بعد اكتشاف أنه يوجد عدة انزيمات تعمل وتساعد فى إتمام عدة تفاعلات مختلفة لنفس المركب (Murry وآخرون ١٩٩٣) وأصبح من الصعب التمييز بين الإنزيمات عند الإشارة إليها. ولهذا وضع اتحاد الكيميا الحيوية العالمى International Union of Biochmistry (IUB) أساسًا لتسمية الانزيمات: وقسمت الإنزيمات إلى ستة أقسام وخصص لكل قسم رقم- فمثلاً رقم (١) oxireducrase، الثانى transferase والثالث hydrolase والرابع lyase والخامس isomerase والسادس synthetase (ligases). واسم الازيم يتكون من

شقين: الشق الأول يمثل التفاعل والثانى هو المصطلح المعروف (ase) وأى معلومة مطلوبة لتوضيح التفاعل تكتب بين قوس ووضعت لكل انزيم رقم كودى يمثل الرقم الأول (القسم) الذى ينتجه الانزيم والرقم الثانى (تحت القسم) والرقم الثالث (تحت تحت القسم) أما الرقم الرابع فهو خاص بكل انزيم. فمثلا الرقم الكودى ٢٧١١ عبارة عن القسم "٢" يمثل القسم الذى يتبع له الانزيم transferase تحت القسم "٧" يمثل الفرع من القسم transferase or phasphate، تحت تحت القسم "١" يمثل المستقبل an alcohol is the acceptor والرقم الرابع "١" يمثل اسم الانزيم hexokinase.

الهضم فى الفم :

يبدأ هضم الطعام فى الفم بمضغه لخلطه باللعاب saliva، ويفرز اللعاب من ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية salivary glands زوج من كل من غدد تحت الفك وغدد تحت اللسان والغدد النكفية. واللعاب إفراز مخاطى يشتمل على إنزيم أميليز اللعاب salivary amylase أو (التيالين Ptyalin) وهو أول الإنزيمات الهاضمة التى يتعرض لها الغذاء، وإفراز الغدد النكفية إفراز مائى يحتوى على إنزيم الأميليز بنسبة كبيرة. أما غدد تحت اللسان وتحت الفك، فإفرازها خليط من الأميليز والمادة المخاطية التى تسمى المخاطين، وتركيبها الأساسى بروتين، ويتم إفراز اللعاب نتيجة لفعل شرطى أو فعل منعكس، والأول يعتمد على القشرة السنجابية للمخ Cerebral cortex ويحدث نتيجة للتعود، مثل إفراز اللعاب عند رؤية الطعام أو شم الرائحة أو سماع صوت إعداد المائدة. أما إفراز اللعاب نتيجة للفعل المنعكس فيعتمد على المراكز العصبية للنخاع المستطيل، وينشأ نتيجة وجود الطعام فى الفم، وتعتمد كمية اللعاب ونوعه، أى إذا كان معظمه مخاطيًا أو مائيًا أى يحتوى على إنزيم الأميليز بنسبة كبيرة أو صغيرة على نوع المؤثر الذى أدى إلى إفراز اللعاب، وهو نوع الغذاء، فمثلاً عندما يكون الغذاء عبارة عن لحم أو مادة بروتينية فيكون حجم اللعاب قليلاً وبه نسب منخفضة من إنزيم الأميليز ونسبة كبيرة من المخاطين، بعكس الحال إذا كان الطعام مادة نشوية أو سكرية، فتؤدى إلى إفراز كمية أكبر من اللعاب المائى، ويحتوى على نسبة كبيرة من إنزيم الأميليز، أما إذا كان بالفم مادة ملحية أو حامضية فإن الإفراز

يكون مائيًا وكميته كبيرة لمعادلة أو تخفيف الحموضة أو القلوية، وبه نسبة بسيطة من الإنزيم، ويحتوى اللعاب على ٩٩,٤٪ ماء والباقى مواد صلبة، والوزن النوعى للعاب من ١,٠٠٢ إلى ١,٠٠٨ درجة حموضة اللعاب pH ٦,٥ إلى ٧ وعادة يفرز الإنسان من ١ إلى ١,٥ لتر يوميًا، ولكن أكثر من ٩٠٪ من اللعاب يمتص ثانية فى الجسم.

وتأثير اللعاب الهاضم يقتصر على فعل الأميليز فى الكربوهيدرات أثناء مضغ الطعام، حيث يقوم الأميليز بتحليل الكربوهيدرات إلى دكسترين ومالتوز، ويتوقف مقدار التحليل على مدى بقاء الأكل فى الفم، ويستمر فعل اللعاب فى المعدة لمدة ١٠–١٥ دقيقة حيث أن البيئة فى المعدة حامضية تفقد الإنزيم نشاطه.

وبالإضافة إلى التأثير الهاضم للعاب، فإن اللعاب يساعد على عمليتى البلع وإذابة مواد النكهة فى الطعام وتخفيف الأملاح والأحماض حتى لا يؤثر فى الغشاء المخاطى المبطن للفم، كما يساعد على تنظيم كمية الماء بالجسم، فإذا زاد فقد الماء عن طريق العرق أو البول فإن إفراز اللعاب يقل ويجف الحلق، فتتنبه الأعصاب ويشعر الإنسان بالظمأ فيشرب.

الهضم فى المعدة :

تمر البلعة الغذائية من الفم عن طريق المرىء إلى المعدة حيث تحدث انقباضات دورية تؤدى فى النهاية إلى الهضم الميكانيكى والكيميائى، وأى مادة أو أى عامل يؤدى إلى حدوث انقباضات فى المعدة تؤدى إلى سرعة الهضم الكيميائى، وتتأثر حركة المعدة بعوامل مختلفة منها كمية الغذاء، حيث تزيد حركة المعدة بزيادة الغذاء إلى حد معين، بعدها تقل حركة المعدة ويحدث عسر الهضم، أما زيادة الدهون والخوف والقلق والمجهود الفكرى والجسمى فإنها عوامل تؤدى إلى التقليل من حركة المعدة وانقباضاتها.

ويفرز العصير المعدى gastric juice غدد المعدة gastric glands التى تغطى معظم جدار المعدة الداخلى، ويستمر نتيجة فعل هرمونى، ولكن يكثر الإفراز نتيجة فعل شرطى وفعل منعكس، فيزيد إفراز المعدة عند شم الطعام أو نتيجة وجود الأكل بالمعدة، ويقل عند عدم تناول الطعام، كما أن هناك تأثير كيميائى يؤدى إلى زيادة الإفراز حيث يعمل وجود اللحوم على زيادة إفراز مادة الجاسترين من غدد موجودة

بجدار المعدة الذى يعمل على تنشيط المعدة، كما أن مادة الهستامين histamine الناتجة عن إزالة المجموعة الكربوكسيلية للحامض الأمينى هستدين تؤدى إلى زيادة الإفراز المعدى. والعصير المعدى سائل أصفر حامضى تصل درجة الحموضة pH فيه ١-٣ ويحتوى على ٩٧٪ - ٩٩٪ ماء والباقى مواد عضوية ومواد صلبة معظمها كلوريد صوديوم. ويفرز الإنسان يوميًا فى المتوسط حوالى ٢,٥ لتر، ويلاحظ أن حموضة المعدة تقل نوعًا نتيجة لدخول الغذاء القادم من المرىء أو نتيجة استرجاع كمية من عصير الأمعاء، حيث يعمل على معادلة جزء من حموضة المعدة، ويحتوى العصير على حامض الهيدروكلوريك وإنزيمات هاضمة تشمل إنزيم البيبسينوجين pepsinogen جاستركسين gastricsin وإنزيم ليبيز المعدة gastric lipase والرنين renine.

وهناك حالات مرضية تخلو فيها المعدة من حامض الإيدروكلوريك، وتسمى هذه الحالة achlorhydria وتشاهد فى بعض حالات سرطان المعدة وبعض حالات الأنيميا الخبيثة، كما يوجد حالات يكون فيها الإفراز المعدى لحامض الهيدروكلوريك بسيطًا وتسمى hypoacidity كما فى بعض حالات التهابات المعدة والإمساك وحالات الأنيميا، ويلاحظ أنه إذا قلت الحموضة يصبح الوسط مائلاً للقلوية، ويكون هناك فرصة لحدوث تخمرات بالمعدة.

كما يوجد بعض حالات يزيد فيها إفراز المعدة لحامض الهيدروكلوريك، وتسمى هذه الحالة hyperacidity، وتحدث فى بعض حالات قرحة المعدة أو الاثنى عشر وبعض أمراض الصفراء.

وظيفة حامض الهيدروكلوريك :

يعمل حامض الهيدروكلوريك على تنشيط إنزيم البيبسينوجين إلى حالته النشطة الفعالة البيبسين، ويلاحظ أن إنزيم البيبسين موجود فى المعدة فى صورته الخاملة حتى لا يهضم جدار المعدة فى حالة خلوها من الأكل، وهذا الحامض يجعل الوسط المعدى حامضى، وهو الملائم لعمل إنزيم البيبسين ويهضم البروتينات.

كما أن حامض الهيدروكلوريك له تأثير مطهر حيث يمنع دخول البكتريا، ويعمل على دنترة الأغذية البروتينية فيسهل هضمها ويزيد هذا الحامض من درجة إذابة أملاح الكالسيوم والحديد، فيزيد من نسبة امتصاص هذه العناصر، وقد يحلل بعض

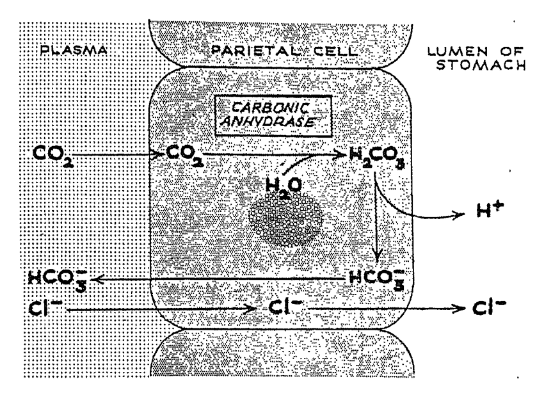
السكريات الثنائية إلى سكريات أحادية. ووجود هذا الحامض ينشط الاثنى عشر والأمعاء الدقيقة لإفراز هرمون السكرتين secretin الذى ينشط إفراز البنكرياس والكبد. وبالإضافة إلى ما سبق، فإن حامض الهيدروكلوريك المعدة ينظم فتح وغلق فتحتى الفؤاد والبواب بالمعدة، فعند زيادة الحموضة تقفل فتحة الفؤاد ويفتح البواب، فيمكن للمعدة أن تتخلص من الحموضة الزائدة حتى لا تؤثر على جدار المعدة، مما قد يؤدى إلى حالات مرضية، أما إذا قل الحامض فإن فتحة البواب تقفل وفتحة الفؤاد تفتح، ويساعد هذا على تجميع عصير المعدة فتزيد الحموضة.

هناك نظريات تفسير كيفية إفراز المعدة لحامض الهيدروكلوريك، ومنها نظرية Hollander ونظرية إنزيم carbonic anhydrase، وحسب نظرية Hollander فإنه يوجد فى الدم واللف كلوريدات مثل كلوريد الصوديوم وبفرات buffers مثل بيكربونات الصوديوم وحامض الكربونيك والبروتين، وتتفاعل الكلوريدات مع البفرات فينتج حامض الإيدروكلوريك.

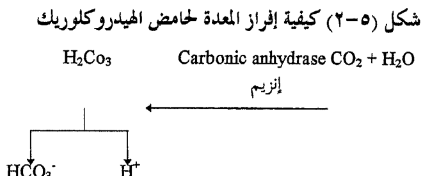
- Sodium bicarbonate + Sodium Chloride ⟶ Sodium carbonate + hydrochloric acid
- Carbonic acid + Sodium chloride ⟶ Sodium bicarbonate + hydrochloric acid
- Protein + Sodium chloride ⟶ Sodium proteinate + hydrochloric acid
- Sodium monophosphate + sodium chloride ⟶ Sodium diphosphate + hydrochloric acid

ويذهب حامض الهيدروكلوريك إلى المعدة، أما باقى نواتج التفاعلات فتعود للمعدة.

أما نظرية إنزيم carbonic anhydrase (شكل ٥-٢) الذى يوجد فى ميوكوزا المعدة، وفى كرات الدم الحمراء، ويحتوى هذا الإنزيم على زنك. هذا الإنزيم يشجع على تكوين حامض الكربونيك من ثانى أكسيد الكربون والماء، ويتأين هذا الحامض إلى أيون أيدروجين وأيون بيكربونات.



شكل (٥-٢) كيفية إفراز المعدة لحامض الهيدروكلوريك



إنزيم البيبسينوجين :

ينشط إنزيم البيبسينوجين بتحوله إلى الحالة الفعالة البيبسين **pepsin** بواسطة حامض الهيدروكلوريك، كما سبق ذكره، كما أن إنزيم البيبسين الفعال يقوم بتنشيط ما تبقى من البيبسينوجين، ويقوم البيبسين بتحليل البروتين جزئيًا إلى بروتيوزات **proteoses** وبيبتونات **peptones** ويعمل هذا الإنزيم فى وسط حامضى.

البروتين ←(البيبسين)— بروتيوزات + بيبتونات

وعادة يحلل البيبسين الروابط البيتيدية المتكون من المجاميع الكربوكسيلية للأحماض الأروماتية **aromatic** وهى أحماض **phenylalanine**، **tryptophan**، **tyrosine** وبالنسبة للروابط البيتيدية الأخرى للأحماض الأمينية المستقيمة أو ثنائية المجموعة الكربوكسيليه فإنه يحللها ببطء، وأنسب رقم **pH** للبيبسين هو ١,٥ - ٢,٥ .

انزيم جاستركسين gastricsin :

وأنسب درجة حموضة لهذا الإنزيم هى pH= ٣,٥ ونسبة وجوده إلى إنزيم البيبسين هى ١ : ٤ وتزيد نسبة انزيم جاستركيس فى حالة قرحة المعدة (Stroev ١٩٨٩).

ويعمل هذا الإنزيم على تحليل الروابط البيتيدية المتكونة بواسطة الأحماض الأمينية ثنائية المجموعة الكربوكسيلية. إن وجود هذين الأنزيمين البيبسين الذى يعمل فى وسط شديد الحموضة وgastricsin فى وسط أقل حموضة يساعد فى التكيف السريع عند تغيير الوجبة. فمثلاً تناول الخضروات أو اللبن يقلل من حموضة المعدة وهذا الوسط الجديد يناسب عمل gastricsin ويعمل هذا الإنزيم مثل إنزيم البيبسين على تحويل البروتينات إلى بروتيوزات وبيبتونات.

إنزيم ليبيز المعدة :

لا يعمل هذا الإنزيم فى الوسط الحامضى للمعدة، ولذا فإن الدهون لا تهضم فى المعدة، وقد يقوم هذا الإنزيم بالتحليل الجزئى للدهون.

رنين :

ويعمل هذا الإنزيم على تخثر اللبن clotting of milk أى تحويله إلى صوره صلبة، وهذا الإنزيم مهم بالنسبة للأطفال الرضع حيث أن هذا الإنزيم يبطئ من خروج اللبن من المعدة، ويعمل هذا الإنزيم فى وجود الكالسيوم على تحويل كازين اللبن إلى باراكيزينات الكالسيوم فيمكن للبيبسين أن يحلله، ويعمل هذا الإنزيم عند رقم حموضة pH من ٦-٦,٥ ويقال إن هذا الإنزيم قد يكون غير موجود فى البالغين.

وتختلف مدة بقاء الغذاء فى المعدة حسب نوع الغذاء، وعادة يترك الغذاء المهضوم المعدة بعد مدة من حوالى ٣-٤ ساعات وتترك الكربوهيدرات المعدة أولاً، ثم تليها البروتينات، وآخرها الدهون.

الهضم فى الأمعاء الدقيقة :

بعد أن يترك الغذاء المعدة فإنه يكون سائلاً chyms له تأثير حامضى، ثم يدخل الاثنى عشر deodenum حيث تُعادَل حموضة الغذاء نتيجة للعصارات فى الاثنى عشر والأمعاء الدقيقة، ويوجد ثلاثة أنواع من العصارات الهاضمة : عصير

البنكرياس pancreatic juice وإفراز الكبد - الصفراء bile وإفراز الأمعاء intestine secretion ويلاحظ أن إفراز كل من البنكرياس والكبد يصب فى الاثنى عشر فى قناة مشتركة.

إفراز البنكرياس :

يتم إفراز البنكرياس تحت تأثير عصبى نتيجة التعود على الأكل، وتحت تأثير هرمونى، وفى الأغلب نتيجة إفراز هرمون السكرتين secretin الذى يشجع إفراز عصير البنكرياس كما سبق ذكره، ويفرز يوميًا حوالى ٧٠٠ ملليمتر، وهو قاعدى درجة حموضته pH ٧,٥-٨,٠ وعصير البنكرياس مائى يحتوى على بعض المواد العضوية وغير العضوية، ويحتوى على إنزيمات، منها: تربسينوجين trypsinogen وكيموتربسينوجين chymotrypsinogen وكربوكسيبيتديز B,A carboxypeptidase و proelastase وأميليز البنكرياس pancreatic amylase وليبز البنكرياس.

وإنزيم تربسينوجين حالة غير نشطة للإنزيم ويتحول إلى الحالة الفعالة بواسطة الانتروكينيز entrokinase (وهو من إفراز الأمعاء) إلى تربسين trypsin الذى بدوره ينشط باقى إنزيم التربسينوجين، وكذا ينشط إنزيم الكيموتربسينوجين إلى كيموتربسين وproelastase إلى elastase ويعمل إنزيمى التربسين والكيموتربسين على تحليل البروتين والبروتيوزات والبيتونات الآتية من المعدة إلى عديدات البيبتيدات polypeptides.

ويحلل إنزيم التربسين الروابط البيتيدية المتكونة من المجاميع الكربوكسيلية لحامضى arginine, lysine أما انزيم الكربوكسيبيتدير فإنه يحلل الروابط البيتيدية للأحماض phenylalanine, tryptophan ويعمل إنزيم elastase على تحليل الروابط البيتيدية للأحماض الأليفاتية وانزيم carboxypeptidase A ويحتوى على زنك وهو يفضل الأحماض الأمينية من طرف السلسلة البيتيدية المحتوى على مجموعة كربوكسيلية (c.terminal) للأحماض الأليفاتية، و carboxy peptidase B فيعمل أيضًا من C-terminal ولكن للأحماض arginine, lysine.

ويعمل إنزيم أميليز البنكرياس على تحليل النشا الذى لم يتحلل بفعل أميليز اللعاب إلى مالتوز maltose أما إنزيم ليبيز البنكرياس فإنه يعمل على تحليل الدهون،

وتعتبر هذه أول خطوة لهضم الدهون، ويتم تحليل الدهون إلى جلسرول وأحماض دهنية، ويمكن الصفراء أن تعمل على تنشيط هذ الإنزيم.

كما يوجد بإفراز البنكرياس إنزيمات أخرى مثل كولسترول إستيريز cholesterolesterase حيث يساعد هذا الإنزيم مع أملاح الصفراء على تحويل الكولسترول إلى إستركولسترول الذى يساعد على امتصاصه من الأمعاء الدقيقة إلى الأجهزة الليمفاوية.

عصير الصفراء The Bile :

يفرز هذا العصير من الكبد بين الوجبات ويخزن فى الحويصلة المرارية gallbladder المتصلة بالقناة الكبدية hepatic duct وفى أثناء الهضم تنقبض الحويصلة المرارية فتمر الصفراء إلى الاثنى عشر عن طريق القناة الصفراوية البنكرياسية المشتركة، ويفرز الإنسان حوالى ٥٠٠ ملليمتر من الصفراء.

ويختلف تركيب الصفراء عنه فى الحويصلة المرارية، حيث أنه يزداد تركيز الصفراء فى الحويصلة المرارية، كما هو مبين فى الجدول (٥-١).

جدول (٥-١) تركيب الصفراء

	الصفراء بالكبد ٪	الصفراء بالحويصلة المرارية ٪
ماء	٩٧,٠	٨٥,٩٢
مواد صلبة	٢,٥٢	١٤,٠٨
أحماض صفراء	١,٩٣	٩,١٤
صبغات الصفراء	٠,٥٣	٢,٩٨
كولسترول	٠,٠٦	٠,٢٦
أحماض دهنية ودهون	٠,١٤	٠,٣٢
أملاح غير عضوية	٠,٨٤	٠,٦٥
الوزن النوعى	١,٠١	١,٠٤
درجة الحموضة	٧,٠ - ٧,٣	٦,٩ - ٧,٧

ومن أحماض الصفراء حامض الكوليك cholic acid وحامض دى أكسى كوليك Deoxycholic acid، وأحماض الصفراء هى الناتج النهائى لميتابوليزم الكولسترول وعادة لا توجد هذه الأحماض فى الصورة الحرة، بل تتحد فى الكبد مع الجليسين glycine والتورين taurine (مشتق من السيستين cystine) وبذا تتحول هذه الأحماض إلى صورة قابلة للذوبان فى الماء، وتتحد هذه النواتج مع الصوديوم والبوتاسيوم مكونة أملاح الصفراء وتسمى جليكوكوليتات glycocholates وتوروكوليتات taurocholates، وهذه تعمل كمستحلب قوى Emulsifier للدهون، وتقلل من قوة الجذب السطحى فى الأمعاء، وبذا تساعد فى هضم الدهون؛ أى أن الصفراء مهمة لهضم وامتصاص الدهون، وكذا الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن : A,D,E,K كما أن الصفراء تعمل على معادلة حموضة المعدة وتنشط فعل إنزيم ليبيز الأمعاء، كما تساعد الجسم على التخلص من كثير من المواد غير اللازمة مثل صبغات الصفراء والأدوية والسموم، مثل النحاس والزنك والزئبق. بالإضافة إلى ذلك، تساعد على التخلص من الكولسترول، حيث أن الكولسترول الحر لا يذوب فى الماء، ولكن يكون مستحلبًا مع أملاح الصفراء، ويلاحظ أن الكولسترول الحر يمكنه تكوين حصوة فى الحويصلة المرارية، إما كولسترول فقط وهو الأغلب أو كولسترول مع الكالسيوم.

وتأخذ الصفراء لونها من صبغات pigments أهمها بليفردن biliverdin ولونها أخضر، وبليروبين bilirubin ولونها أحمر، وهى مشتقة من مركبات الهيم الذى يدخل فى تركيب هيموجلوبين الكرات الدموية الحمراء، حيث أن عمر الكرة الدموية الحمراء ١٢٠ يومًا، كما سبق ذكره، وعندما تتحلل :

هيموجلوبين ←(يتحلل)— هيم ......(ينفصل الحديد / ويمتص ثانية)...... بليفردن ——← بليروبين

\+ جلوبين

تتحد فى الكبد مع حامض جلوكيورونيك وتخرج مع الصفراء إلى الأمعاء. ↓

(فى البراز) ستركوبيلين ←—— stercobilinogen ستركوبيلينوجين

(فى البول) يوروبيلين ←—— urobilinogin يوروبيلينوجين

تنزل هذه المواد فى البول أو البراز أى أن صبغـات الصفـراء وسـيلة للتخلـص من مركبات الهضم.

الهضم فى الأمعاء الدقيقة :

العصير المعوى :

يفرز الإنسان يوميًا حـوالى ٣ لـتر مـن العصـير المعـوى يوميًـا، ويحتـوى هـذا العصير على عدة إنزيمات تهضم البروتين منها أمينوبيبتيـدات aminopeptidases التـى تعمل على تحليل السلسلة البيتيدية إلى أحماض أمينية من الطرف الذى ينتهى بالمجموعة الأمينية N-terminal، وكذا إنزيمات الدابيبتيدات dipeptidases التى تعمل على تحليـل السلسلة البتيدية الثنائية dipeptide إلى حامضين أمينيين، ولذا تكون البروتينات قـد تم هضمها إلى أحماض أمينية وتنشط هذه الإنزيمات بواسطة الكوبلت والمنجنيز وحـامض cysteine.

كمـا يوجـد بالعصـير المعـوى إنزيمـات محللـة للسـكريات الثنائيـة مثـل إنزيـم السكريز sucrase ويحلل الســكروز إلى فركتـوز + جلوكـوز وإنزيـم المـالتز maltase الذى يحلل المـالتوز إلى جزيئـين مـن الجلوكـوز وإنزيـم اللاكتـيز lactase الـذى يحلـل اللاكتوز إلى جلوكوز + جالاكتوز.

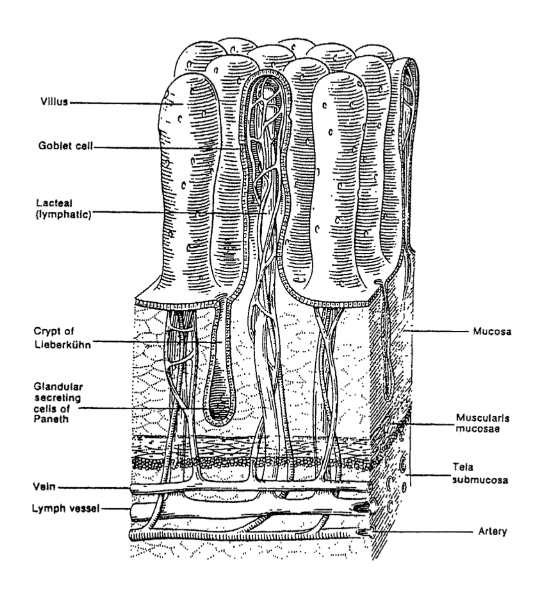
وإلى هنا يكون قد تم هضم الكربوهيدرات إلى سـكريات أحاديـة، والـبروتين إلى أحماض أمينية والدهون إلى جلسـرول وأحمـاض دهنيـة، أمـا الغـذاء غـير المهضـوم فيدخل إلى الأمعاء الغليظة، وفى حالة البروتينات المركبة مـع كربوهيـدرات أو دهـون فإنه يفصل هذه المركبات ثم تهضم بواسطة الإنزيمات الخاصة لكل كما سبق.

وتتم عملية هضم الغذاء فى الإنسان بكفـاءة إلا أن الأغذيـة الحيوانيـة أسـهل هضمًا من الأغذية النباتية، وذلك لأن وجـود أليـاف السـليلوز فـى النبـات يزيـد مـن سرعة حركة الغذاء كما أنهـا تقلـل مـن مـدى تعـرض الأغذيـة للأنزيمـات الهاضمـة، ويعرف معامل الهضم بأنه النسبة المئويـة للغـذاء الـذى يسـتفيد منـه الجسـم، ومعـامل الهضم فى المتوسط للبروتين يساوى ٩٢٪ وللدهن ٩٥٪ والكربوهيدات ٩٨٪.

الامتصاص :

بعد هضم الغذاء وتحويله إلى صورة سهلة قابلة للذوبان فـى الماء تبدأ عمليـة

الامتصـاص فـى الأمعـاء، وهـى المكـان الرئيسـى الـذى يتـم فيـه ٩٠٪ مـن عمليـة الامتصاص، وتزيد مساحة السطح الداخلى للأمعاء، وهو السطح الماص نتيجة لوجـود نتوءات فى الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء والتـى تسـمى خمـائل villi، ويوجـد بكـل خميلة (شكل ٥-٣) وعاء ليمفاوى منه للقناة الليمفاوية الصدريـة ثـم إلى الـدم، كمـا يغذى كل خميلة شبكة من الشعيرات الدموية، ويرجع الدم من الخمائل بواسطة أوردة تتجمع فى وريد كبير هو الوريد البابى الذى يذهب إلى الكبد.



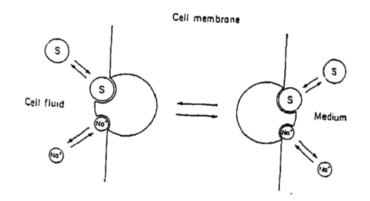
شكل (٥-٣) الخمائل بالأمعاء الدقيقة

امتصاص الماء :

يمتص الماء من المحاليل المخففة بسهولة، أما المحاليل المركزة فيحدث لها تخفيف ويجرى امتصاص الماء فى الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة.

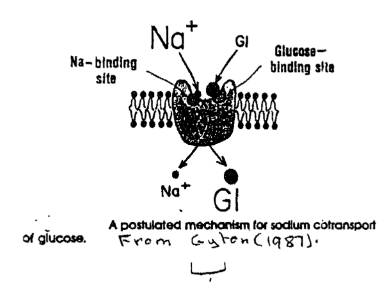
امتصاص الكربوهيدرات :

تمتص الكربوهيدرات فى صورة سكريات أحادية (جلوكوز، فركتوز، جالاكتوز) عن طريق الشعيرات الدموية، ومنه إلى الوريد البابى ثم إلى الكبد، وتمتص السكريات بعد عملية الفسفرة **phosphorylation** (جلوكوز -٦ فوسفات) وعملية الفسفرة تمد الجسم بالطاقة اللازمة لعملية الامتصاص المنشطة فى وجود أيونات الصوديوم Na^+ ثم يزال الفوسفور بواسطة إنزيم الفوسفاتيز القاعدى **alkaline phosphatase** الموجود فى جدر خلايا الخملات، ويتم انتقال الجلوكوز عبر جدار الخلية بواسطة بروتين ناقل به مكانان أحدهما يرتبط بأيون الصوديوم Na^+ اللازم لعملية النقل المنشط والآخر يرتبط به الجلوكوز كما فى شكل (٥-٤ أ، ب).



Model of mobile carrier with two sites: one specific for substrates and one specific for Na^+. From Crane *et al.* (1965).

أ

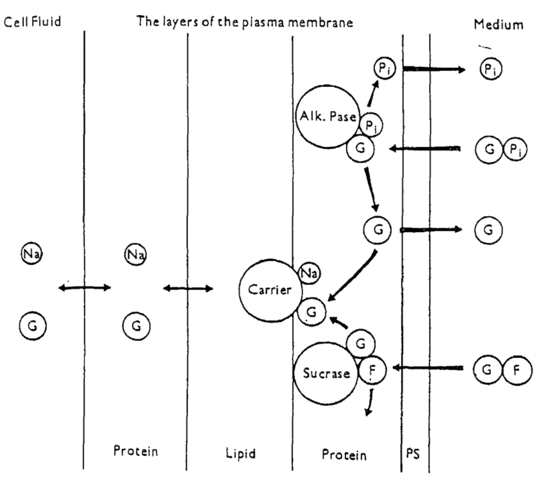


A postulated mechanism for sodium cotransport of glucose. From Guyton (1987).

ب

شكل (٥–٤ أ، ب) امتصاص الجلوكوز
بواسطة ناقل بروتين فى وجود أيونات الصوديوم

ويذكر Crane (١٩٦٨) أن امتصاص الجلوكوز الناتج من تحليل السكروز بواسطة إنزيم السكريز sucrase الموجود فى جدار الخلية يكون قبل امتصاص الجلكوز الناتج من جلوكوز -٦- فوسفات بواسطة فعل إنزيم الفوسفاتيز القاعدى Alkaline phosphatase الموجود فى جدار الخلية أيضًا- وذلك لأن إنزيم السكريز موجود فى مكان أقرب إلى البروتين الناقل عن إنزيم الفوسفاتيز القاعدى كما فى شكل (٥-٥).



Model of apparent spatial order in the outer protein coat of the microvillus memrane deduced from studies of the relative efficiency of intracellular accumulation of glucose riginating in α-glucose-1-phosphate or sucrose. PS = mucopolysaccharide; G = glucose; = fructose; P_i = phosphate; Na = sodium ion. From Crane (1968).

شكل (٥-٥) انتقال الجلوكوز الناتج من السكروز أو جلوكوز به فوسفات عند جدار الخلية

وتختلف سرعة امتصاص السكريات الأحادية، فإذا اعتبرت سرعة امتصاص الجلوكوز ١٠٠ فإن سرعة امتصاص الجالاكتوز ١١٠، والفركتوز ٤٣، وعادة يمثل الجلوكوز ٨٠ ٪ من الكربوهيدرات الممتصة ويمتص الفركتوز بالانتشار دون الحاجة إلى الصوديوم كما سبق (Gyton Hall, 1996).

امتصاص الدهون :

يتم امتصاص الدهون عن طريق اللمف فى صورة جلسرول وأحماض دهنية، ويمتص الجلسرول بسهولة من الأمعاء لأنه سهل الذوبان فى الماء، كما يمكن للجسم أن يمتص جزء من الدهن فى صورة جلسريدات أحادية، وبعد امتصاص الجلسرول والأحماض الدهنية فإنها تتجمع وتكون جلسريدات، وتساعد أملاح الصفراء فى عملية الامتصاص حيث أنها تكون مستحلبًا مع الدهون، ويكون ذلك فى صورة كريات صغيرة تسمى micelles كل واحدة ذات قطر ٣- ٦ نانو متر وتكون الأحماض الدهنية والجلسريدات الأحادية بداخل الكمية أما السطح الخارجى فيكون مغطى بشحنات سالبة مما يساعد على ذوبانها فى سوائل الهضم (كيم chyme).

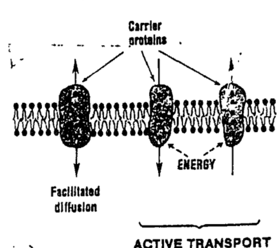
ويذكر Astroev (١٩٨٩) أنه يمكن امتصاص الأحماض القصيرة حتى طول سلسلة ١٢- ١٤ ذرة كربون عن طريق الانتشار أما الأحماض الطويلة أكثر من ١٤ ذرة كربون فإنها تمتص عن طريق أملاح الصفراء. وتمر الدهون فى الأمعاء من الأوعية الليمفاوية ثم إلى القناة اليمفاوية الصدرية، ثم إلى الدم.

أما أملاح الصفراء فإنها تذهب للكبد عن طريق الوريد البابى، ويمتص الكولسترول عن طريق اللمف، ويسهل عملية الامتصاص تكوين إسترالكوسترول مع أحماض دهنية.

ومن جهة أخرى تتحد الأحماض الدهنية مع الجليسرول أو الجلسريدات الأحادية مكونة جلسريدات ثلاثية وتتجمع فى تجمعات aggregates ومعها الكولسترول الممتص والفوسفولبيدات على أن تكون الأطراف القطبية إلى الخارج وهذا يسهل امتزاجها فى السوائل. ويتحد معها كميات صغيرة من بروتين (apoprotein B) وهذه الكريات أو التجمعات يطلق عليها كيلوميكرون Chylomicron ثم تنتقل إلى اللمف. ويذكر Gyton hall, (١٩٩٦) أن ٨٠-٩٠٪ من الدهون تمتص بهذه الصورة.

امتصاص البروتينات :

تهضم البروتينات فى صورة أحماض أمينية ثم تمتص وتصل عن طريق الأوعية الدموية إلى الوريد البابى، ثم إلى الكبد، وإذا حدث امتصاص ببتيدات فإنها تسبب حساسية، ونظرًا لكبر حجم جزيئات الأحماض الأمينية فإنها تنتقل بواسطة الانتشار facilitated diffusion بمساعدة بروتين ناقل carrier protein كما فى شكل (٥-٦) وغالبًا فإن امتصاص البروتين امتصاص منشط ويحتاج إلى أيونات Na^+ كما سبق فى الجلوكوز.



شكل (٥-٦) انتقال البروتين عبر جدار الخلية

ويوجد خمسة أنظمة خاصة لنقل الأحماض الأمينية مخصص واحد لكل مجموعة من الأحماض الأمينية كما يلى: مجموعة الأحماض الأمينية الاليفاتية المتعادلة، الأحماض الأمينية الحلقية cyclic، الأحماض الأمينية الحامضية، الأحماض الأمينية القاعدية، الحامض الأمينى proline. ويوجد تنافس بين الأحماض الأمينية للارتباط بالنظام الناقل transport system وبعد نقل الأحماض الأمينية إلى داخل الخلية تخرج أيونات الصوديوم.

الميتابوليزم Metabolism :

يشمل الميتابوليزم التغيرات التى تطرأ على العناصر الغذائية من وقت امتصاصها إلى أن تصبح جزءًا من الجسم أو تخرج خارج الجسم، ويشمل الميتابوليزم

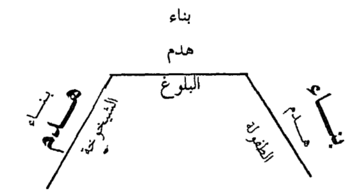
بصفة عامة الميتابوليزم الخارجى exogenous أى تحويل أو تغيير للمواد أو المركبات خارج الخلية extracellular وهى فى طريق دخولها أو خروجها من الخلية. أما الميتابوليزم الداخلى intermediary فهو يشمل كل التغيرات التى تتم داخل الخلية وهو يشمل:

أ- عمليات البناء Anabolism : وتتضمن كل العمليات أو التفاعلات الكيميائية التى تدخل فيها العناصر الغذائية لبناء مركبات الجسم المختلفة، مثل بناء الدم، الإنزيمات، الهرمونات، الأنسجة المختلفة، الجليكوجين، وهذا لتتمكن الخلية أن تستمر فى الحياة.

ب- عمليات الهدم Catabolism : وتتضمن كل العمليات والتفاعلات الكيميائية التى تهدم فيها الأنسجة والمركبات المختلفة بالجسم، مثل هدم الكربوهيدرات إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار ماء، وانطلاق الطاقة.

ودائمًا عمليات الهدم مصحوبة بتوليد الطاقة التى تخزن فى ATP أما البناء فإنه مصحوب باستهلاك الطاقة التى تتكون نتيجة تحلل ATP إلى ADP+ فوسفات. ولهذا يعتبر ATP حلقات إتصال بين عمليات الهدم والبناء. كما أن بعض المركبات التى تنتج اثناء الهدم تستخدم كبادئة لتكوين مركبات أكبر اثناء عمليات البناء. هذا الطريق الذى يربط بين طريقى الهدم والبناء يسمى amphibolic.

وتحدث عمليات البناء والهدم جنبًا إلى جنب فى كل خلية طوال عمر الإنسان، إلا أن سرعة وحجم كل منهما يختلف باختلاف المرحلة العمرية، كما يوضحها شكل (٥-٧).



شكل (٥-٧) سرعة وحجم عمليات البناء والهدم في مراحل العمر المختلفة

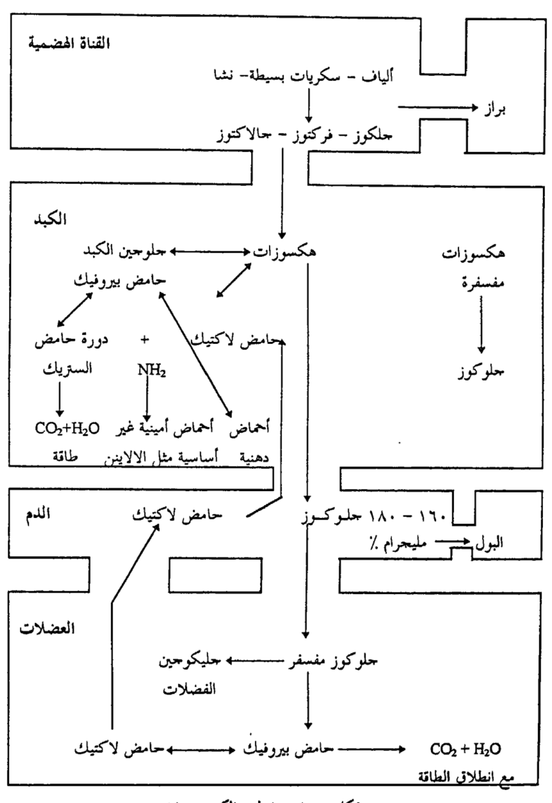
ميتابوليزم الكربوهيدرات :

تمر الكربوهيدرات بعد هضمها وامتصاصها بعدة عمليات في الجسم تنتهي إما بتوليد الطاقة أو بتخزينها في الجسم حسب احتياجه، إما في صورة جليكوجين أو في صورة دهن، ويوضح شكل (٥-٨) خط سير الكربوهيدرات في جسم الإنسان أثناء عملية الميتابوليزم.

ميتابوليزم الجلوكوز :

بعد أن يصل السكريات الأحادية إلى الكبد عن طريق الوريد البابي، فإنه يتم تحول السكريات الأحادية إلى جلوكوز في الكبد ويستعمل الجلوكوز لتوليد الطاقة حسب احتياج الجسم بعد أن يتم توزيعه إلى جميع الخلايا، أما الزيادة فتخزن إما في صورة جليكوجين أو في صورة دهن.

ويلاحظ أن الجهاز العصبي يعتمد على الجلوكوز في توليد الطاقة اللازمة، ولا يوجد مكان لتخزين الطاقة في الجهاز العصبي، ولذا فالجهاز العصبي يعتمد على جلوكوز الدم في توليد الطاقة.



شكل (٥-٨) ميتابوليزم الكربوهيدرات

ويعتبر جليكوجين العضلات موردًا سريعًا للطاقة، ويمكن توليد الطاقة بدون وجود الأكسجين anaerobic وفى هذه الحالة يتكون حامض اللاكتيك وعند وفرة الأكسجين فإن حامض اللاكتيك يتم أكسدته مما يؤدى إلى انطلاق طاقة أكبر ويمكن أن يتسرب جزء من حامض اللاكتيك إلى الدم فى حالة عدم وجود الأكسجين ومن الدم إلى الكبد حيث يمكن للكبد أن يحول اللاكتيك إلى جليكوجين، وتعرف هذه بدورة كورى Cori وتوضيحها فيما يلى :

جليكوجين كبد ← جلوكوز دم ← جليكوز عضلات ← جلوكين عضلات

حامض لاكتيك الدم ← جليكوجين الكبد

وعند انطلاق الطاقة، فإن الجلوكوز يتحول إلى حامض بيروفيك من خلال عدة عمليات إنزيمية، ويتم انطلاق الطاقة عند دخول جزىء من حامض البيروفيك فى دورة حامض الستريك، ويتحول هذا الحامض إلى H_2O، CO_2 فى وجود الأكسجين، ويتم تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين فى الكبد أو العضلات، وذلك خلال عدة تفاعلات إنزيمية فى وجود أيونات المغنسيوم كعامل مساعد، ويلاحظ أن جليكوجين الكبد هو مصدر جلوكوز الدم فى حالة الصيام، ويمكن للكبد تخزين جليكوجين بما يعادل ١٠٪ من وزنه، أما العضلات فيمكنها تخزين ما يعادل ٢٪ من وزنها، ويتضح ذلك من جدول (٥-٢).

جدول (٥-٢) تخزين الكربوهيدرات فى فرد عادى وزنه ٧٠ كجم

جليكوجين الكبد	١٠,٠ ٪ = ١٠٨ جم[١]
جليكوجين للعضلات	٠,٧٪ = ٢٤٥ جم [٢]
جلوكوز السوائل الخارجية	٠,١ ٪ = ١٠ جم [٣]

(١) وزن الكبد=١٨٠٠ جم (٢) وزن العضلات=٣٥ كجم (٣) الحجم الكلى=١٠ لتر

أى أن نسبة تركيز الجليكوجين فى الكبد أعلى منه فى العضلات؛ إلا أن العضلات نتيجة لكبر حجمها أصبحت تستوعب أكبر كمية من الجليكوجين. عند احتياج الفرد للطاقة فإن الجليكوجين يتحول إلى جلوكوز، ويسمى بتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز (glycogenolysis) أما تحويل الجلوكوز إلى جليكوجين

يسمى (glycogenesis) وتكوين الجليكوجين من مصادر غير كربوهيدراتية مثل الأحماض الأمينية والجلسرول تسمى gluconeogenesis ويتم معظمها فى الكبد فى حالات الجوع والرياضة والحموضة. أما تحليل الجلوكوز إلى حامض بروفيك تسمى glycolysis.

ويمكن أن يتحلل الجلوكوز بعد تحويله إلى جلوكوز- ٦ فوسفات عن طريق دوره البنتوز الفوسفاتى pentose phosphate وهى كفرع من طريقة تحليل الجلوكوز بالطريقة السابقة. وينطلق من هذا التفاعل جزئ من ثانى أكسيد الكربون وأربع ذرات هيدروجين مع تكوين سكر خماس وبعد عدة خطوات يتكون جلوكوز. وعادة تتطلب هذه الدورة على الأقل ٣ جزئيات جلوكوز والنتيجة النهائية كما يلى:

٣ جلوكوز- ٦فوسفات+ ٦ NADP ⟵

٢ جلوكوز-٦- فوسفات+٣جلسر الدهيذ- ٣ فوسفات + ٦ $NADPH_2$ +CO_2

ويستخدم NADPH فى تخليق الأحماض الدهنية أو الأحماض الأمينية وكذلك للمحافظة على المواد المختزلة دون تأكسد ولحماية جدر الخلايا كما تستخدم هذه الطريقة أيضًا للحصول على السكريات الخماسية اللازمة لتكوين النكلويتيدات nuleotides والأحماض النووية nucleic acios.

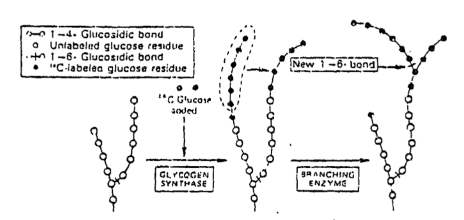
وتعتبر gluconeogenesis هامة لجسم الإنسان لأنه عن طريقها يحصل الإنسان على ما يلزمه من الطاقة عند نقص الكربوهيدرات فى الغذاء وذلك خصوصًا لمد الجهاز العصبى وكرات الدم الحمراء بالطاقة اللازمة. وأن غياب هذه العملية خطر جدًا على الإنسان- لأنه إذ انخفض مستوى جلوكوز الدم عن حد معين لا يتمكن المخ من أداء وظائفه وقد تحدث غيبوبة ثم الوفاة.

كما أن الجلوكوز أيضًا مصدر للجسلرول والجلسريدات اللازمة فى أنسجة التخزين. كما أنه مهم للحفاظ على مستوى مناسب من المركبات الوسطية التى تدخل فى دورة حامض السريك فى مختلف أنسجة الجسم. من المعروف أن الدهون تعتبر مصدرًا مهمًا مطلوب لسد حاجة الجسم منه. فالجلوكوز هو مصدر الطاقة الوحيد للعضلات تحت الظروف اللاهوائية، كما أنه هو مصدر سكر اللاكتوز فى غدد الثدى.

كمـا أن عمليـة gluconeogensesis مهمـة لتتخلـص الأنســجة مـن بقايـا الميتـابوليزم. مثـل حـامض اللاكتيـك فـى العضـلات والكــرات الدمويـة الحمــراء، والجلسرول الذى يتكون دائمًا فى أنسجة التخزين.

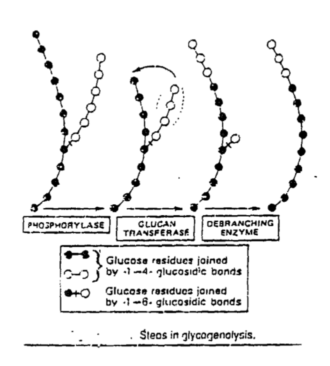
ميتابوليزم الجليكوجين :

يبدأ بناء الجليكوجين بجـزء صغـير مبدئـى مـن الجليكوجـين، ويضـاف لأحـد فروعه جزئيات من الجلوكوز واحد بعد الآخر حتى يصل طول السلسـلة حـوالى ١١ جزء جلوكوز ثم ينقل جزء من هذه السلسلة إلى فرع مجاور كما فى شكل (٥- ٩أ) وعند هدم الجلوكوز فإنه تزال جزيئات الجلوكوز إلى أن يتبقـى ٤ جزيئـات جلوكـوز فى كل فرع ثم ينقل جزء من السلسلة يحتوى على ٣ جزيئات جلوكوز إلى فرع آخر كما فى شكل (٥- ٩ب) وتتم كل هذه العمليات بواسطة انزيمات خاصة.



The biosynthesis of glycogen. The mechanism of branching as revealed by adding ^{14}C-labeled glucose to the the living animal and examining the liver glycogen at further intervals.

أ (بناء الجليكوجين)



Steps in glycogenolysis.

ب (هدم الجليكوجين)

شكل (٥–٩) ميتابوليزم الجليكوجين

جلوكوز الدم وطرق تنظيمه :

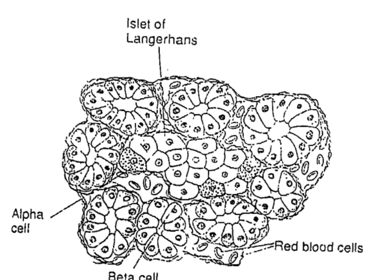
يحتوى الدم على جلوكوز بمستوى من ٨٠-١٠٠ ملليجرام / ١٠٠ مل دم، ولكن يرتفع هذا المستوى بعد تناول الطعام إلى ١٣٠ ملليجرام / ١٠٠ مل، ومن النادر أن يزيد عن ١٧٠ - ١٨٠ ملليجرام / ١٠٠ مل دم، ولكن يعود تركيز السكر إلى المستوى الطبيعى بعد ١,٥ - ٢ ساعة، وعادة يستمر مستوى الجلوكوز ثابتًا بين الوجبات بالرغم من كثرة استعمال الجلوكوز فى الأنسجة، وتنظيم مستوى السكر فى الدم يعتمد على مقدرة الكبد على أن يزيل السكر الزائد الذى يصل إلى الدم من مصادره المختلفة التى تشمل الغذاء (كربوهيدرات - سكريات مهضومة - مصادر غير كربوهيدراتية مثل الجلسرول والأحماض الأمينية - أو جليكوجين الكبد) فجزء من الجلوكوز يتحول إلى جليكوجين وجزء يستعمل فى الطاقة، ولكن الغالبية الكبرى تتحول إلى دهن فى الكبد والأنسجة المختلفة، ويخزن فى أنسجة تخزين الدهن المختلفة كمصدر للطاقة المخزنة، أما بين الوجبات فإن مستوى الجلوكوز فى الدم ينظم أو يحافظ على المستوى المناسب بواسطة جليكوجين الكبد، فعند زيادة جلوكوز الدم عن المستوى الطبيعى، يتحول الجلوكوز إلى جليكوجين كبد، كما يشجع استخدام الجلوكوز لتوليد الطاقة.

وفى حالة انخفاض مستوى جلوكوز الدم يتحول جزء من جليكوجين الكبد إلى جلوكوز الدم، كما أن الكلى لها دور فى تنظيم مستوى الجلوكوز، ولكن إذا زاد مستوى الجلوكوز فى الدم إلى أكثر من ١٧٠ - ١٨٠ ملليجرام/ ١٠٠ مل دم، فإن الجلوكوز ينزل فى البول (glycosuria) ويطلق على مستوى الجلوكوز ١٧٠-١٨٠ ملليجرام/١٠٠ مل دم اسم العتبة الكلوية **renal threshold**.

وللهرمونات دور كبير فى تنظيم مستوى الجلوكوز فى الدم، ومن هذه الهرمونات:

الإنسولين insulin :

الإنسولين هو مادة بروتينية تفرزها الخلايا بتا من جزر لنجرهانس فى البنكرياس (شكل ٥-١٠)، وتعتبر كربوهيدرات الغذاء من العوامل المثيرة لإفراز الإنسولين، وهذا الهرمون يعمل على حفظ مستوى الجلوكوز فى الدم بتشجيع تحويله إلى جليكوجين أو تحويله إلى دهن. كما أنه يمنع تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.



Physiologic anatomy of an islet of Langerhans in the pancreas.

شكل (٥-١٠) خلايا الفاويتا فى البنكرياس

جلوكوكورتكويدات glucocorticoid :

يفرز هذا الهرمون من نخاع medulla غدة الأدرنال adrenal أو الغدة الكظرية، وهذا الهرمون يشجع تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية، كما أنه يقلل من دخول الجلوكوز فى الخلية، وبالتالى يقلل من تمثيل الجلوكوز؛ أى أنه يعمل على رفع مستوى الجلوكوز فى الدم.

الابنفرين والنورابنفرين nor - epinephrine & epinephrine :

وهما هرمونان من إفراز غدة الأدرنال، ويشجعان على تحليل الجليكوجين إلى جلوكوز، وبالتالى رفع مستوى جلوكوز الدم.

هرمون النمو growth hormone :

ويفرز هذا الهرمون من الغدة النخامية، يعمل على خفض تمثيل الجلوكوز مما يؤدى إلى رفع مستوى جلوكوز الدم.

الجلوكاجون glucagon :

وهو من إفراز خلايا ألفا من جزر لنجرهانس فى البنكرياس (شكل ٥-١٠)، ويرفع مستوى الجلوكوز فى الدم عن طريق تحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.

الثيروكسين thyroxine :

وهذا الهرمون من إفراز الغدة الدرقية، وقد ظهر أن له علاقة في تغيير مستوى الجلوكوز فى الدم، حيث ظهر أن مستوى الجلوكوز يزيد عند المرضى بزيادة نشاط هذه الغدة، ويقل المستوى عند المرضى بانخفاض نشاط هذه الغدة، وفى حالة زيادة نشاط إفراز الغدة يمكن للمرضى أن يستفيدوا من الكربوهيدرات بطريقة طبيعية، أما فى حالة انخفاض نشاط الغدة فتقل قدرة الفرد على الاستفادة من الجلوكوز.

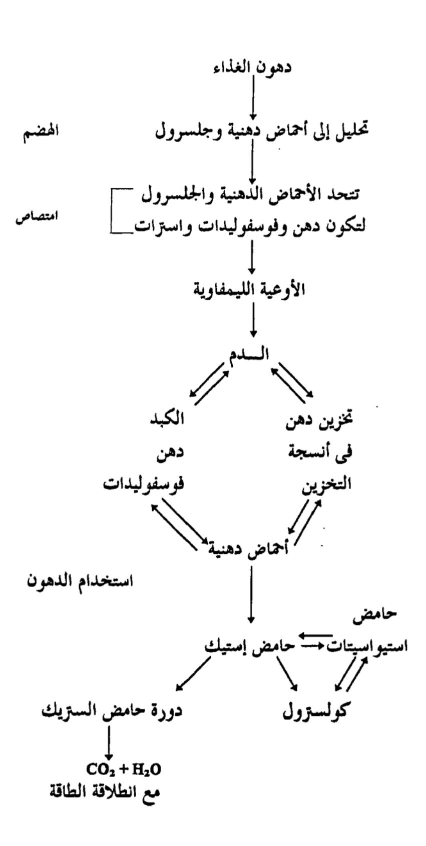
وتتحدد قدرة الفرد على الاستفادة من الكربوهيدرات carbohydrate tolerance حسب مستوى الجلوكوز فى الدم، وعندما يفقد الجسم قدرته على الاستفادة من الكربوهيدرات يرتفع مستوى الجلوكوز فى الدم عند مستوى العتبة الكلوية وينزل الجلوكوز فى البول كما سبق ذكره، وتعرف هذه الحالة بمرض السكر diabetes mellitus وفى هذا المرض تنعدم قدرة الفرد على تنظيم مستوى الجلوكوز فى الدم، وهذه قد ترجع إلى عادات الفرد الغذائية أو فشل خلايا بتا لنجرهانس فى البنكرياس نتيجة لسبب وراثى أو لأى سبب آخر يؤثر فى إفراز الإنسولين أو نقله أو تأثيره، وقد أشار Williams & Ensinck (١٩٦٦) إلى أن هناك بعض المواد فى وجبة الفرد أو مواد تنتج داخل الجسم نتيجة الميتابوليزم تساعد على إفراز الإنسولين.

ومن بين هذه المواد التى تعمل على زيادة إفراز الإنسولين بدرجات متفاوتة، مادة الجلوكوز والفركتوز، أو بعض الهرمونات مثل glucagon الذى يعمل على رفع مستوى جلوكوز الدم، ويلاحظ أن الإفراط فى الأكل قد يعتبر عاملاً مثيرًا لزيادة إفراز الإنسولين، فتجهد خلايا بتا بجزر لانجرهانس ويقل إفرازها للإنسولين، وقد ظهر فى بعض التجارب على الحيوانات أن التغيير من وجبة فيها السعرات مستمدة من دهون إلى وجبة فيها السعرات مستمدة من كربوهيدرات أدت إلى إصابة الحيوانات بمرض السكر، ومن جهة أخرى فإن الجوع نفسه يقلل من قدرة الشخص على إفراز الإنسولين، مما يؤثر على مقدرة الفرد على الاستفادة من الكربوهيدرات، فالصوم أو التغذية على دهون أو تعاطى إنسولين خارجى يقلل من إفراز البنكرياس للإنسولين، وقد أمكن علاج حالة السكر بتنظيم تناول الطعام وبالإنسولين فى حيوانات التجارب إذا بدأ العلاج قبل تغير خلايا بتا تغيرًا دائمًا.

ولتقليل انتشار الإصابة بمرض السكر، يجب محاولة اكتشافه والتعرف على الإصابة فى وقت مبكر، كما أنه على الأفراد، وخصوصًا الذين ينتمون إلى عائلات يظهر فيها مرض السكر، أن يتجنبوا السمنة مع القيام بالتمرينات الرياضية، فالرياضة تقلل من وزن الجسم وتساعده على الاستفادة من الكربوهيدرات، كما أن كفاءة الإنسولين تزيد، وعلى الفرد المصاب به أن ينظم غذاءه تحت إشراف المختصين وأن يعمل على تقليل السعرات الغذائية خاصة بالنسبة للفرد السمين، وأن ينظم السعرات المستمدة من الكربوهيدرات والبروتين والدهون، وعادة تقلل السعرات المستمدة من الكربوهيدرات فلا تزيد عن ٤٠٪ من السعرات الكلية للوجبة، والسعرات المستمدة من البروتين تكون حوالى ١٥٪ والدهون ٤٥٪ مع ملاحظة ألا يزيد مقدار ما يتناوله الفرد من الكربوهيدرات يوميًا عن ٢٤٠-٢٦٠ جم، وألا يقل عن ١٠٠جم لمنع حالة الحموضة السابقة الذكر، وعادة يتأثر تناول البروتين بالمستوى الاقتصادى والاجتماعى للفرد، وبتناول الفرد الدهون لاستكمال حاجته من السعرات.

ميتابوليزم الدهن :

بعد أن يتم هضم الدهون وامتصاصها خلال الأوعية الليمفاوية، فإنها تصل إلى الدم، ولكن يلاحظ أنه بعد امتصاصها، فإنها تتحد ثانيًا وتكون دهنًا كما سبق (شكل ٥-١١) فى صورة حبيبات صغيرة قطرها ١ ميكرون تسمى كيلوميكرون chylomicron ويتحد جزء من الدهون بحامض الفوسفوريك لتكوين فوسفوليبيدات، وتتحد الليبيدات مع البروتين مكونة ليبوبروتينات مختلفة، وعادة تنقل الليبيدات المختلفة عن طريق الدم إلى الكبد وأجزاء الجسم المختلفة لاستخدامها، إما فى توليد الطاقة أو تخزن فى أنسجة التخزين المختلفة، ويحتوى الكبد على ٥-٧٪ من وزنه دهنًا (وزن رطب)، أما فى الحالات المرضية فإن نسبة الدهون في الكبد قد يصل إلى ٧٠٪ من وزنه، مما يؤدى إلى فشل الكبد فى أداء وظائفه.



شكل (٥-١١) ميتابوليزم الدهن

ليبيدات الدم :

يتأثر تركيب ليبيدات الدم بنوع الغذاء، والجدول (٥-٣) يوضح تركيب ليبيدات الدم فى الإنسان، وتوجد حوالى ٨٠٪ من دهون الدم فى صورة جلسريدات ثلاثية واسترات كولسترول وفوسفوليبيدات.

جدول (٥-٣) ليبيدات الدم

التركيب / البيان	مللیجرام / سائل	
	المتوسطة	المدى
الليبيدات الكلية	٥٧٠	٣٦٠ - ٨٢٠
الجلسريدات الثلاثية	١٤٢	٨٠ - ١٨٠
فوسفوليبيدات	٢١٥	١٢٣ - ٢٩٠
لسيثين		٥٠ - ٢٠٠
سفالين		٥٠ - ١٣٠
سفنجوميلين		١٥ - ٣٥
الكولسترول الكلى	٢٠٠	١٠٧ - ٣٢٠
كولسترول حر	٥٥	٢٦ - ١٠٦

وتوجد ليبيدات فى الكرات الدموية الحمراء، معظمها كولسترول وفوسفوليبيدات كما توجد فى الكرات الدموية البيضاء إلا أن نسبتها من الليبيدات أعلى منه فى الكرات الدموية الحمراء أو البلازما.

وتوجد ليبيدات الدم عادة متحدة مع البروتين، كما سبق ذكره، مكونة ليبوبروتينات كيلوميكرون، وألفا ليبوبروتين HDL، بتاليبوبروتين LDL (جدول ٥-٤)، وتكون البتاليبوبروتينات حوالى ٧٥٪ من ليبيدات دم الفرد العادى، ولو أنها تحتوى على ٥٪ من بروتينات البلازما فى صورة بتاجلوبيولين، أما الفاليبوبروتينات فإنها تكون ٣٥٪ من ليبيدات الدم وتحتوى على ٣٪ من بروتينات الدم فى صورة ألفاجلوبين، وتحتوى الألفاليبوبروتينات على نسبة من الدهن أقل، ونسبة أكثر من

البروتينات بالنسبة لبتاليبيوبروتينات، كما يوجد فى الدم الليبوبروتيات الخفيفة جدًا (VLDL) والليبوبروتينات المتوسط ILD وهى ين LDL وVLDL كما سبق.

جدول (٥-٤) تركيب ليبيدات الدم(*)

الليبيوبروتين	بروتين		ليبيدات٪		
	٪	جلسريدات ثلاثية	فوسفو ليبيدات	كولسترول	المجموع
كيلو ميكرون	١	٨٨	٧	٤	٩٩
الليبوبروتينات الخفيفة جدًا	٨	٥٤	١٦	٢٢	٩٢
الليبوبروتينات الخفيفة	٢١	١١	٢٢	٤٦	٧٩
الليبوبروتينات الثقيلة	٣٦	٩	١٨	٣٧	٦٤
أحماض دهنية حرة-البيومين	٩٩	صفر	صفر	صفر	١

ميتابوليزم الكيلوميكرون :

بعد تناول الغذاء المحتوى على نسبة عالية من الدهون فإنه يرتفع الكيلوميكرون فى الدم بعد حوالى ساعة بنسبة ١- ٢٪ وبتغير لون البلازما إلى الأصفر وتصبح عكسه نظرًا لكبر حجم الكيلوميكرون ولكن نظرًا لسرعة دورة الكيلوميكرون فإن الوضع يرجع طبيعيًا بعد عدة ساعات قليلة، ويلاحظ أن الكيلوميكرون تنقل دهون الوجبة المتناولة أى الدهون خارجية المنشأ.

وبعد امتصاص الكيلوميكرون فإن تذهب إلى الكبد وأنسجة التخزين وكلاهما يحتويان على كمية كبيرة من إنزيم **lipoprotein lipase** وهذا يحلل الجلسريدات الثلاثة والفوسفوليبيدات المكونة للكيلوميكرون وتنطلق الأحماض الدهنية التى تدخل أنسجة التخزين وخلايا الكبد بسرعة ويعاد تكوين الجلسريدات الثلاثية بواسطة جلسرول يتكون داخل الخلية.

وعادة تستخدم هذه الدهون المخزنة فى توليد الطاقة ولذا فإنها تتحلل إلى أحماض دهنية وجلسرول. ويتأثر تحليل الدهون بواسطة مستوى الجلوكوز فإذا انخفض الجلوكوز يزيد تحليل الدهون وذلك نظرًا لحاجة الجسم إلى الطاقة، كما أن انخفاض الجلوكوز يؤدى إلى إنخفاض الفاجلسروفوسفات **glycerophaspate** وهى

(*) Olson (١٩٩٨).

لازمة لتكوين الجلسرول اللازم لتكوين الدهون بالإضافة إلى أن أنزيم lipase ينشط بفعل هرمونى فيعمل على تحليل الدهون.

وتتأين الأحماض الدهنية المنطلقة بسرعة وتتحد مع الالبيومين albumim البلازما لنقلها. وفى الحالات العادية يتصل ثلاث جزئيات من الأحماض الدهنية مع جزئ من الاليبومين ولكن فى بعض الأحيان قد يصل إلى ٣٠ جزئ أحماض دهنية/ جزئ البيومين عند الحاجة ومستوى الأحماض الدهنية يصل إلى ١٥ ملجرام/ ١٠٠ مل دم وهذا يعادل ٠,٤٥جم دهن فى كل الدم وتزيد نسبة الأحماض الدهنية الحرة فى حالة الصيام كما تزيد فى حالة مرض السكر، أو فى حالة القيام بمجهود بينما تناول الغذاء أو أى مصدر آخر للطاقة يقلل من مستوى هذه الدهون فى الدم.

بعد إزالة الكيلوميكرون فإن حوالى ٩٥٪ من الدهون الباقية عبارة عن ليبيوبروتينات.

تخزين الدهون فى الجسم Body fat Depot :

توجد الدهون فى جميع خلايا الجسم، والدهون إما أنها تدخل فى بناء الخلية، ويسمى هذا بالجزء الثابت من دهون الجسم، ويتكون من فوسفوليبيدات وكولسترول وقد يوجد سيربوسيدات، أو تخزن فى أماكن التخزين، ويسمى هذا الجزء المتغير من دهون الجسم، والجزء الثابت من دهون الجسم لا يستخدم فى توليد الطاقة ولا يتأثر لحد كبير بنوع الغذاء أو كميته أو نوع العمل وكمية المجهود الذى يقوم به الإنسان بعكس الجزء المتغير حيث يتأثر بكل هذه العوامل.

تتخزن الدهون عادة فى أنسجة التخزين adipose tiesue وأيضًا فى الكبد ويستخدم الجسم الدهون المخزنة فى أنسجة التخزين لتوليد الطاقة حسب حاجة الجسم كما أن هذه الدهون تعمل كعازل لمنع فقد الحرارة، يمكن الخلية الدهن أن تخزن كمية من الجلسريدات الثلاثية تعادل ٨٠- ٩٠٪ من حجمها.

وعادة تكون الدهون المخزنة فى صورة سائلة ولكن عند تعرض الجلد لجو بارد لمدة طويلة تصل إلى أسابيع فإن الأحماض الدهنية الطويلة إما أن تقصر أو تتحول إلى أحماض غير مشبعة وذلك لخفض درجة ذوبانها ليساعد على سيولة الدهن وهذه الصورة السائلة تساعد فى الإستفاده من الدهون ونقلها من مكان لآخر (Hall, Guyton ١٩٩٦).

ويمكن لخلية الدهن أن تكون جلسريدات ثلاثية من الكربوهيدرات عند زيادة المتناول من الكربوهيدرات ولكن معظم هذا التحويل يتم فى الكبد وتنقل الجلسريدات الثلاثية المتكونة فى الكبد بواسطة الليبوبروتينات الخفيفة جدًا (VLDl) إلى أنسجة التخزين، ويلاحظ أن الليبوبروتينات تنقل الدهون التى تتكون داخل الجسم أى داخلية المنشأ.

وتستخدم الجلسريدات الثلاثية المخزنة فى توليد الطاقة وهذا يتطلب تحليل الجلسريدات الثلاثية إلى أحماض دهنية وجلسرول ثم تنقل هذه النواتج إلى الأنسجة النشطة لكى تتم أكسدتها لانطلاق الطاقة ويمكن لكل الخلايا باستثناء خلايا الكبد أن تستخدم الأحماض الدهنية والجلوكوز كمصادر للطاقة.

ويتحول الجلسرول فى الأنسجة النشطة بواسطة إنزيمات الخلية إلى جلسرول -٣- فوسفات. ويستكمل عمليات الهدم لانطلاق الطاقة.

وعادة يخزن الدهن تحت الجلد Subcotaneous وحول بعض أعضاء الجسم مثل الكلى perirenal كما يوجد فى العضلات intermuscular، ويتأثر هذا الجزء من الدهن بنوع الغذاء والعمر والجنس والتوازن الهرمونى، وهذه الدهون المخزونة فى حالة ديناميكية، حيث أن لها نشاطًا ميتابوليًا بعكس ما كان معروفًا سابقًا، وتتكون من نسبة كبيرة من جلسريدات وهذه تتحلل باستمرار إلى أحماض دهنية وجلسرول، كما أن هناك تكوينًا مستمرًا للأحماض الدهنية فى هذه الأنسجة من حامض الاستيك وحامض البيروفيك وحامض اللاكتيك وغيرها، ويتوقف ترسيب الدهون فى أنسجة التخزين أو تحليلها على كمية الطاقة المتولدة من الغذاء فى آخر وجبة، وعلى الاحتياج للطاقة للنشاط ولعمل الأنسجة المختلفة.

وتختلف نسبة الدهون المخزنة فى أنسجة التخزين من ٨ - ١٥ كجم فى الإنسان البالغ، وتصل إلى ١٠ - ٢٠ كجم فى الفتاة البالغة، وتزيد بتقدم العمر، وقد تصل هذه النسبة فى الشخص الهزيل المريض إلى ١ كجم بينما تصل إلى ١٠٠ كجم فى الشخص البدين، كما أن توزيع الدهون فى الجسم يختلف.

بعض الحالات الشاذة لتخزين الدهون Abnormal Fat Storage :

هناك حالتان شاذتان فى تخزين الدهن معروفتان الآن : الأولى هى زيادة تخزين الدهون الطبيعية بنسبة كبيرة تؤدى إلى السمنة، ومعظم الدهون عبارة عن

جلسريدات ثلاثية، أما الحالة الأخرى فهى ترسيب الدهون فى بعض الأعضاء مثل الكبد والطحال مما يؤثر على نشاط هذه الأعضاء، ومعظم الدهون هنا عبارة عن كولسترول وفوسفوليبيدات وسربروسيدات.

ويميل الكثيرون إلى إرجاع السمنة إلى تناول السعرات بصورة زائدة عن الاحتياج، مما يؤدى إلى تخزينها فى صورة دهن، والسمنة قد ترجع إلى عدم تنظيم تناول الطعام نتيجة لعدم قيام الهيبوثالاميس فى المخ hypothalamus بواجبه أو نتيجة لعوامل نفسية، كما قد ترجع السمنة إلى اضطراب فى ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون، كما أن للوراثة دور فى ذلك.

أما ترسيب الدهون فى الكبد فإما أنه يرجع إلى عوامل فسيولوجية أو باثولوجية، وتنشأ العوامل الفسيولوجية عندما تزيد الحاجة كثيرًا إلى حركة الدهون وأكسدتها لتوليد كميات كبيرة من الطاقة، وتنشأ هذه الحالة كثيرًا فى الصيام أو الجوع... أما العوامل الباثولوجية فتنشأ نتيجة لعدم مقدرة الكبد على تحريك الدهون خارجها، مما يؤدى إلى ترسيبها فى الكبد، ومن العوامل المهمة فى هذا الشأن هو الكولين choline والحامض الأمينى ميثايونين، حيث تساعد كلها على حركة الدهون.

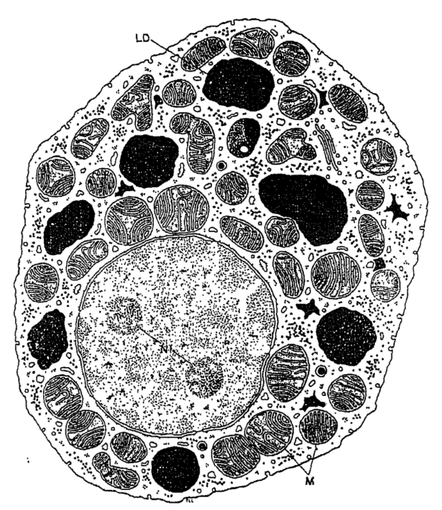
خلايا الدهن البنى Brown Fat cells :

إن الدهن البنى صورة من صور الدهن المخزن فى الجسم، ولكن بنسبة أقل من الدهن الأبيض ويتكون فى الإنسان خلال مرحلة الجنين (Hull, Dawkins ١٩٦٥)، حول الرقبة والكلية وغدة الادرنال وفى منطقة البطن، ونقل كميته بتقدم العمر وعند الشعور بالبرد.

وخلية الدهن البنى صغيرة الحجم وتحتوى على نسبة عالية من السيتوبلازم ويوجد الدهن البنى فى صورة كرات صغيرة وتحتوى النواة على نويتين nucleoli (شكل ٥-٢١)، ويوجد عدد كبير من وحدات الميتوكوندريا وريبوزومات حرة وحبيبات من الجليوكجين.

ويرجع اللون البنى للدهن إلى لون الدم الذى يرد للخلية بكمية كبيرة وأيضًا إلى احتواء جدار الميتوكوندريا على عدد كبير من السيتوكرومات Cytochromes الغنية بالحديد.

ووظيفة هذه الخلية هو توليد الحرارة heat production وليس توليد الطاقة energy production عند الشعور بالبرد، ويتم ذلك عن طريق أكسدة الأحماض الدهنية تحت تأثير هرمون النور ابنفرين، وتتوزع الحرارة إلى جميع أجزاء الجسم بواسطة الدم دون حدوث رعشة ظاهرة Shivering (Hull١٩٦٦).



Brown adipose cell. LD, lipid droplet; M, mitochondron; Nl, nucleoli.

شكل (٥-١٢) خلية الدهن البنى

ميتابوليزم الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة :

يتم هدم وأكسدة الأحماض الدهنية فى الميتوكوندريا. وتنقل الأحماض الدهنية بواسطة الكارنتين carnitine إلى الميتوكوندريا ثم تنفصل ويبدأ هدم الأحماض الدهنية عن طريق أكسدتها على خطوات كل خطوة يفصل فيها جزء من السلسلة

عبارة عن ٢ ذرة كربون فى B-oxidation. ويتكون فى كل خطوة استيل COA الذى يدخل فى دورة حامض الستريك لانطلاق الطاقة.

كما يتم هدم الدهون فى الكبد وخصوصًا عن تحريك كمية كبيرة من الدهون لتوليد الطاقة. وعند تكوين استيل COA. يجمع جزءان منهما مكونا حامض acetoacetic. هذا يحمل فى الدم إلى خلايا أخرى لاستخدامه فى توليد الطاقة.

جزء من حامض acetoacetic يتحول إلى حامض بتاهيدركس بيوتريك B. hydroxy Butyric وكميات بسيطة من الأستون، وتنشر هذه المواد فى الدم إلى الأنسجة كما أنها تدخل إلى الخلية حيث يتكون استيل COA ثانيا. ثم تدخل فى دورة حامض الستريك لانطلاق الطاقة.

ووجود هذه المواد لا يزيد عادة عن ٣ملجم/ ١٠٠مل دم وعندما تزيد نسب حامض acetoacetic، وحامض BOH-butyric والأسيتون فإنها يطلق عليها ketosis ويطلق على هذه المواد الثلاثة معًا بالأجسام الكيتونية ketone bodies. وتحدث هذه الحالة فى حالة الجوع أو فى حالة الإصابة بمرض السكر أو حتى عند ارتفاع المتناول من الدهون.

وعند عدم كفاية الكربوهيدرات فإن الإنسان يستخدم الدهون المخزنة فى توليد الطاقة ويساعد على تحريك الدهون من أنسجة التخزين هرمونات glucorticoids و glucagan مع انخفاض insulin وتستخدم هذه الأحماض فى توليد الطاقة مما يؤدى إلى تكوين أجسام كيتونية وتخرج هذه المواد من الكبد إلى الدم. وتزيد نسبة هذه المواد فى الدم أكثر من ٢٠ مرة عن المستوى الطبيعى مؤديًا إلى حموضة عالية acidosis. والاسيتون المتكون يخرج عن طريق الرئة. هو سريع التبخر وتظهر رائحته فى هواء الزفير. ويعتبر هذا أحد أعراض ketosis

أما من حيث بناء الأحماض فإنها تبنى من استيل COA مع مالونيل Malony COA مع NADPH فيبدأ ذلك بتحويل استيل COA إلى مالونيل COA ثم يضاف استيل COA إلى مالونيل COA مع NADPH وعندما يصل طول السلسلة إلى ١٤- ١٨ ذرة كربون فإنها تتحد مع جلسرول مكونة جلسريدات ثلاثية- ويتم تخليق الأحماض الدهنية فى وجود انزيمات متخصصة حسب طول السلسلة حتى يتم التحكم فى نوعية الجلسريدات الثلاثية المكونة.

وكما سبق فإنه يمكن للجسم تكوين الأحماض الدهنية المشبعة إما فى الكبد أو الكلى أو بعض الأنسجة الأخرى فى الجسم، داخل الميتوكونديا، أما الأحماض الدهنية غير المشبعة فيمكن للجسم أن يكون الأحماض الدهنية ذات الرابطة الواحدة غير المشبعة، أما الأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة، فلا يمكن للجسم تكوينها، ولو أن James وآخرون سنة (١٩٥٧) ذكروا أنه يمكن للجسم تكوين حامض الأراكيدونيك بدرجة محدودة فى خلايا الدم.

وكما سبق ذكره وكما تشير الدراسات (Hofsten وآخرون ١٩٨٩) أن الجسم يمكن أن يضيف الروابط غير مشبعة إلى الحامض الدهنى غير المشبع من الطرف الكربوكسيلى (شكل ٥-١٣) وذلك بواسطة إنزيمات خاصة desaturase وينتج أحماض دهنية عديدة الروابط غير المشبعة، وعلى هذا إذا كانت الأحماض الدهنية غير المشبعة هى linolenic, linoleic, arachidonic فإن الأحماض الدهنية عديدة الروابط غير المشبعة الناتجة يكون لها نشاط وتأثير الأحماض الدهنية الأصلية، أما بالنسبة للأحماض الدهنية ذات الرابطة الواحدة غير المشبعة مثل oleic أو الأحماض الدهنية المشبعة فإن الأحماض الدهنية غير المشبعة والناتجة منها ليس لها نشاط الأحماض الدهنية الأساسية، ويلاحظ أنه ينتج من ميتابوليزم حامض الاوليك (١٨ : ١ w9) حامض eicosatrienoic ٢٠ : ٣ w9 ويتراكم فى الدهن، ويتم ذلك عند نقص حامض اللينوليك Linoleic، ولمنع هذا التراكم ينبغى ألا يقل ما يساهم به حامض Linoleic عن ١ ٪ من إجمالى الطاقة، كما أن قياس نسبة حامض

$$\frac{\text{eicosatrienoic (٢٠ : ٣ w9)}}{\text{eicatetraenoic (٢٠ : ٤ w6)}}$$

أى $\frac{\text{triene}}{\text{tetraene}}$ مؤشرًا عن المستوى الغذائى للدهون على أن تكون النسبة تعادل ٠,١ + ٠,٨ ولا تزيد عن ٤ وكلما انخفضت كان ذلك أفضل، ولا فرق بين الذكور والإناث فى ذلك.

Diet ↓	Diet ↓	Diet ↓	Diet ↓	Diet ↓
Carbohydrate →	16:0	18:0		
Δ9-desaturase →	16:1ω7 palmitoleic ↓	18:1ω9 oleic ↓	18:2ω6 linoleic ↓	18:3ω3 linolenic ↓
Δ6-desaturase →	16:2ω7 ↓	18:2ω9 ↓	18:3ω6 ↓	18:4ω3 ↓
	18:2ω7 ↓	20:2ω9 ↓	20:3ω6 ↓	20:4ω3 ↓
Δ5-desaturase →	18:3ω7 ↓	20:3ω9 eicosatrienoic ↓	20:4ω6 arachidonic ↓	20:5ω3 eicosapentaenoic ↓
	20:3ω7 ↓	22:3ω9 ↓	22:4ω6 ↓	22:5ω3 ↓
Δ4-desaturase →	20:4ω7	22:4ω9	22:5ω6	22:6ω3 docosahexaenoic

شكل (٥-١٣) ميتابوليزم الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الجسم

دهون الكبد Liver Lipids :

يعمل الكبد على هدم الدهون لتوليد الطاقة، ولبناء الجلسريدات الثلاثية غالبًا من الكربوهيدرات ولدرجة أقل من البروتين ولتكوين كولسترول وفوسفولبيدات.

تزيد الدهون فى الكبد أثناء الجوع حيث تحتوى دهون الكبد على فوسفوليدات وكولسترول. ويمكن للكبد أن تضيف روابط غير مشبعة للأحماض الدهنية لدخولها فى بناء بعض مكونات الخلية. ويلاحظ أن دهون أنسجة التخزين أكثر تشبعًا عن تلك التى فى الكبد.

ويتم فى الكبد تحويل الكربوهيدرات الزائدة عن الحاجة إلى جلسريدات ثلاثية تخزن فى الجسم لاستعمالها حسب الحاجة. وتعتبر هذه الخطوة مهمة وذلك لأن قدرة خلايا الجسم لتخزين الكربوهيدرات فى صورة جليكوجين محدودة لا تتعدى عدة مئات من الجرامات من الجليكوجين تخزن فى الكبد والعضلات. ولكن يمكن للجسم أن يخزن عدة كيلوجرامات من الدهن وتعتبر هذه مصدر لطاقة مخزنة للاستعمال بعد ذلك وتعتبر كمية الطاقة المخزنة فى صورة دهون أكثر بما يعادل ١٥٠ مرة عن الطاقة المخزنة فى صورة جليكوجين. علاوة على أن ١جم من الدهون يولد طاقة أكثر من ضعف الطاقة المتولدة من ١جم كربوهيدرات، هذا يساعد الجسم على

تخزين طاقة فى صورة دهن فى وزن أقل من الجسم عنه لو خزنت فى صورة كربوهيدرات وهذا مهم وخصوصًا لوزن الإنسان حتى لا يعوقه زيادة الوزن على الحركة والنشاط.

وهناك حالات يفشل فيها الإنسان عن تحويل الكربوهيدرات إلى دهون وذلك فى حالة غياب الأنسولين أو عدم إتاحته وذلك لأن غياب الأنسولين يؤدى إلى منع الاستفادة من الجلوكوز كما أن نقص الجلوكوز يؤدى إلى. نقص فى تكوين مركب الفاجسلروفوسفات glycerophosphate وهو مهم لتكوين الجلسرول اللازم لتكوين الجلسريدات الثلاثة.

كما يمكن للإنسان تحويل البروتين الزائد عن الحاجة إلى دهون حيث كثير من الأحماض الأمينية يمكنها أن تتحول إلى استيل COA كما سبق.

تنظيم توليد الطاقة من الجلسريدات الثلاثية :

يفضل الجسم توليد الطاقة من الكربوهيدرات عند وجود كميات كافية منها وذلك لأسباب عديدة منها: أن توليد الطاقة فى الجلوكوز أسرع من الأحماض الدهنية، وجود الجلوكوز بكميات كافية تمنع استخدام الأحماض الدهنية فى توليد الطاقة، يزيد تكوين مركب α-glycerophosphate اللازم لتكوين الجلسريدات الثلاثية ويحبذ تكوينها، إن وجود زيادة من الكربوهيدرات يسرع من تكوين الأحماض الدهنية عن هدمها.

عند نقص الكربوهيدرات فإن تحريك الدهون يزيد من أماكن التخزين لاستخدامها فى توليد الطاقة. علاوة على أن هناك عدد من الهرمونات تنظم استخدام الدهون فى توليد الطاقة منها الانسولين- فنقص الانسولين أو غيابه يقلل من الاستفاده من الجلوكوز وهذا ينشط استخدام الدهون لتوليد الطاقة، هرمونى الابنفرين والنور ابنفرين اللذان ينشطان إنزيم lipase الذى يعمل على تحليل الجلسريدات الثلاثية وزيادة مستوى الأحماض الدهنية وفى بعض الحالات يزيد مستوى الأحماض الدهنية بما يزيد من ثمانية أمثال المستوى المعادى، ويزيد استخدام العضلات للأحماض الدهنية فى توليد الطاقة، علاوة على أن بعض الضغوط العصبية تزيد من تحريك الدهون وتحليلها وذلك نتيجة لزيادة إفراز هرمون corticotropin الذى يحفز إفراز glucocorticoid وهذان ينشاطان انزيم lipase ويلاحظ أن زيادة إفراز هذين الهرمونين لمدة طويلة كما يحدث فى حالة مرض Cushing disease فإن زيادة تحريك الدهون يؤدى إلى حالة ketosis كما سبق ولهذا يقال أن هذين الهرمونين لهما تأثير كيتونى Ketogenic كما

أن هرمون النمو growth hormone يحفز إنزيم lipase إلا أن تأثيره الكيتونى أقل من glucorticorticoid وcorticotropin وبالنسبة لهرمون thyroxine فإنه يزيد من نشاط تحريك الدهون نتيجة لزيادة توليد الطاقة وإسراع الميتابوليزم فى الخلايا تحت تأثير هذا الهرمون.

ميتابوليزم الفوسفولبيدات phospholipids :

يوجد العديد من الفوسفولبيدات فى الجسم كما سبق، وبالرغم من اختلاف تركيبها الكيمائى إلا أن خصائصها الطبيعية متشابهة حيث أنها كلها قابلة للذوبان فى المذيبات الدهنية، وتنقل داخل الجسم بواسطة الليبوبروتينات.

وتبنى الفوسفولبيدت غالبًا فى كل خلية وخصوصًا وأنها تدخل فى بناء جدر الخلايا، ويبنى معظمها أى حوالى ٩٠٪ منها فى الكبد وبعضها يتكون فى الأمعاء الدقيقة عند امتصاص الدهون ويتحكم فى تكوينها العوامل التى تحكم ميتابوليزم الدهون وذلك لأن زيادة الجلسريدات الثلاثية الداخلة إلى الكبد تزيد من فرص تكوين الفوسفوليبدات علاوة على مدى توفير العناصر والمواد الكيمائية الداخلة فى تركيبها.

ميتابوليزم الكولسترول cholesterol والليبوبروتينات lipoprotein :

يوجد مصدران للكولسترول فى الجسم- المصدر الخارجى هو الغذاء وهو الذى يمتص ويسمى كولسترول خارجى exogenous والمصدر الثانى هو الكولسترول الذى يكونه الجسم endogenous وهو يفوق المصدر الأول كميا. ويتكون معظم الكولسترول فى الكبد. وبعض الخلايا يمكنها تكوينه وخصوصًا وأنه يدخل فى بناء جدر الخلايا.

ويعتبر الكولسترول مصدر حامض الكوليك cholic حوالى ٨٠٪ من الكولسترول لهذا الغرض، وهذا الحامض يتكون فى الكبد وهو أساسى فى بناء الصفراء. كما يدخل فى بناء الهرمونات وفى جدر الخلايا والجلد كما سبق.

وتوجد بعض العوامل التى تؤثر فى مستوى كولسترول الدم.

زيادة المتناول من الكولسترول يؤدى إلى زيادة مستواه فى البلازما وهذه الزيادة تمنع أو تقلل تكوين الكولسترول الداخلى. وعلى هذا فإن مستوى الكولسترول يتغير بنسبة حوالى ١٥٪ نتيجة تغير فى محتوى الكولسترول فى الأغذية المتناولة. وهذا يختلف باختلاف الأفراد.

تناول الدهون المشبعة يؤدى إلى زيادة مستوى كولسترول الدم بما يعادل ١٥- ٢٥٪ نتيجة لزيادة ترسيب الدهون فى الكبد وبذا يتوفر استيل COA فى الكبد

لتكوين الكولسترول. ولهذا يفضل بل من المهم تناول وجبات منخفضة فى محتواها من الدهون المشبعة عن تناول وجبات منخفضة فى الكولسترول.

تناول دهون مرتفعة فى محتواها من الأحماض الدهنية غير المشبعة يقلل من تكوين الكولسترول لحد ما. للهرمونات دور حيث أن نقص الأنسولين يزيد من تركيز الكولسترول بينما زيادة الثيروكسين يقلل من تركيز الكولسترول ويرجع هذا إلى تأثير هذه الهرمونات على الإنزيمات الداخلة فى الميتابوليزم.

وتلعب الليبوبروتينات دورًا هامًا فى تنظيم كولسترول أنسجة الجسم وهى الليبدات الخفيفة جدًا VLDL ، الليبيوبروتينات الوسط IDL ، الليبوبروتينات الخفيفة LDL (Hall, Guyton ١٩٩٦):

وبالنسبة لليبوبروتينات فتتكون الليبيوبروتينات الخفيفة VIDl فى الكبد وهى تحتوى على كميات كبيرة من الجلسريدات الثلاثية بالإضافة إلى كولسترول وفوسفولبيدت وعندما تمر هذه الليبيوبروتينات فى الدم فإن إنزيم lipoprotein lipase الموجود فى جدر الخلايا وخصوصًا أنسجة التخزين يحلل جزء كبير من الجلسريدات الثلاثية الموجودة فى VLDL وينطلق الجلسرول والأحماض الدهنية إما لتخزينها فى صورة دهن أو لتوليد الطاقة ونتيجة لذلك تقل نسبة الجلسريدات الثلاثية فى VLDL وتزيد كثافتها وتتحول إلى الليبيوبروتينات الوسط IDL والتى يستقبلها البروتين المستقبل Protein B-100 الموجود فى جدر خلايا الكبد وبذا يدخل فى الكبد حوالى نصف الليبدات الوسط IDL أما التى تبقى منها فى الدم فيستمر فقدها للجلسريدات الثلاثية نتيجة تحليلها بواسطة إنزيم Lipoprotein Lipase وتزيد كثافتها كما تزيد فيها نسبة الكولسترول والفوسفولبيدات وتتحول إلى ليبوبروتينات خفيفة LDL وهى محاطة بشحنات سالبة مما يسهل بقائها ذائبة فى البلازما- كما يوجد بأحد أقطاب IDL البروتين B- 100 وهو يساعد هذه الليبوبروتينات الخفيفة كى ترتبط بالمستقبلات receptors الموجودة على جدر معظم خلايا الجسم وبواسطة هذا الارتباط يعمل على نقل LDL إلى داخل الخلية ثم تحلل إلى مكوناتها من كولسترول وفوسفوليبيدات التى تدخل فى عملية بناء جدر الخلايا وغيرها من المركبات التى تحتاجها الخلية. كما أنه يمنع تخليق مستقبل LDL جديد وأيضًا كولسترول جديد علاوة على أنه ينشط إنزيم Acetyl COA transferase الذى يكون استركولسترول (Olsin ١٩٩٨).

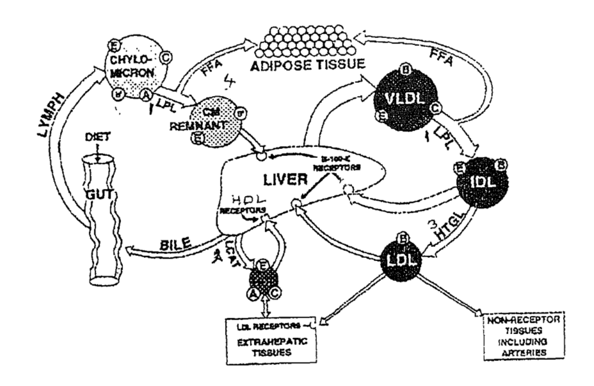
ولتنظيم مستوى الكولسترول داخل الخلية- فعند زيادة تركيز الكولسترول

فإن إنتاج مستقبلات LDL فى الخلية يقل وهذا يقلل من دخول LDL إلى داخل وبهذا يقل مستوى كولسترول الخلية.

ولتنظيم بناء كولسترول الكبد. فإن خلية الكبد تنظم إنتاج مستقبل LDL كما يدخل فى خلية الكبد أكثر من نصف الليبوبروتينات الوسط ILD، وهاتان الظاهرتان ترفعان مستوى كولسترول الكبد- فمقابل ذلك فإن زيادة الكولسترول تثبط النظام الإنزيمى لإنتاج كولسترول جديد فى الكبد. ولهذا فعندما يقل استخدام الكولسترول فى خلايا الجسم فإن الزيادة تعود للكبد ويتوقف إنتاج الكولسترول وهكذا.

أما الليبوبروتينات الثقيلة HDL فتتكون فى الكبد وقليل منها يتكون فى الأمعاء الدقيقة عند امتصاص الدهون. وتحتوى هذه الليبوبروتينات على واحد من البروتينات الآتيّة هما apoprotein A-I أو apoprotein A.II على السطح الخارجى لليبوبروتين ويمكنهما الارتباط بمختلف المستقبلات الموجودة فى جدر أنسجة الخلايا بخلاف Apoprotein B الموجود فى الليبوبروتينات الأخرى ويمكن هذه الليبوبروتينات الثقيلة HDL أن تمتص الكولسترول قبل ترسيبه على جدر الأوعية الدموية وتوصيله إلى الكبد لهدمه.

ومن جهة أخرى أشار Olsin (١٩٩٨) أن مولد HDL المحتوى على apopeptides A_3, A_2, A_1 وفوسفولبيدات وكولسترول يتكون فى الكبد وينقل إلى الدم، ويقوم A_1 -apo المساعد لأنزيم acyl Lecithin- Cholestero transeferase بتنشيط هذا الإنزيم لنقل الأحماض الدهنية من اللسثين إلى الكولسترول ليتكون استركولسترول وهذا يمكن HDL أن تأخذ شكل كروى وتكون الأقطاب المشحونة إلى الخارج وتعمل HDL على نقل الكولسترول إلى الكبد لهدمه ويوضح (٥- ١٤) ميتابوليزم الليبوبروتينات.



شكل (٥- ١٤) ميتابوليزم الليبيوبروتينات(*)

1= LPL= lipoprotein lipase.
2= LCAT: lecithin- cholesterol acyl tranferase.
3- HTGL = Hepatic triglyceride lipase.
4= CMRemnat= IDL

يتضح مما سبق كيف تلعب الليبيوبروتينات دورًا مهمًا فى الوقاية مـن الإصابـة بمرض تصلب الشرايين كما سيأتى:

ميتابوليزم البروتين:

بعد أن يتحلل البروتين إلى أحماض أمينية أثناء الهضم، وتمتص الأحماض الأمينية هذه وتصل خلال الوريد البابى إلى الكبد (شكل ٥- ١٥) يبقى جزء مـن الأحمـاض الأمينية فى الكبد لسد حاجة هـذا العضـو، أمـا البـاقى فإنـه يـوزع بواسـطة الـدم إلى أنسجة الجسم المختلفة، ويختلف مصير الأحماض الأمينية فى الأنسجة المختلفـة حسـب حاجة هـذه الأنسـجة، ففـى وجـود مصـادرة وافـرة للطاقـة، فـإن الأحمـاض الأمينيـة تستخدم فى بناء بروتين الأنسجة، الأنزيمات والبيبتيدات العديدة والهرمونات.

(*) Source: Olso, 1998.

ميتابوليزم الأحماض الأمينية :

متوسط مستوى الأحماض الأمينية فى الدم ٣٥- ٦٥ملجم/ ١٠٠ مل دم يرتفع هذا المستوى بعد تناول الغذاء ولكن الإرتفاع يكون بسيطًا لا يتعدى عدة ملجرامات/ ١٠٠ مل دم وذلك لأن هضم البروتين يمتد ٢- ٣ ساعة ولهذا فامتصاص الأحماض الأمينية يكون بسيطًا علاوة على أن الأحماض الأمينية الممتصة تدخل الخلايا فى جميع أجزاء الجسم بسرعة خلال ٥- ١٠ دقائق. إن دورة الأحماض الأمينية سريعة إذ أن بضعة جزئيات من البروتين تنقل من مكان لآخر فى أى جزء من الجسم خلال ساعة فى صورة أحماض أمينية.

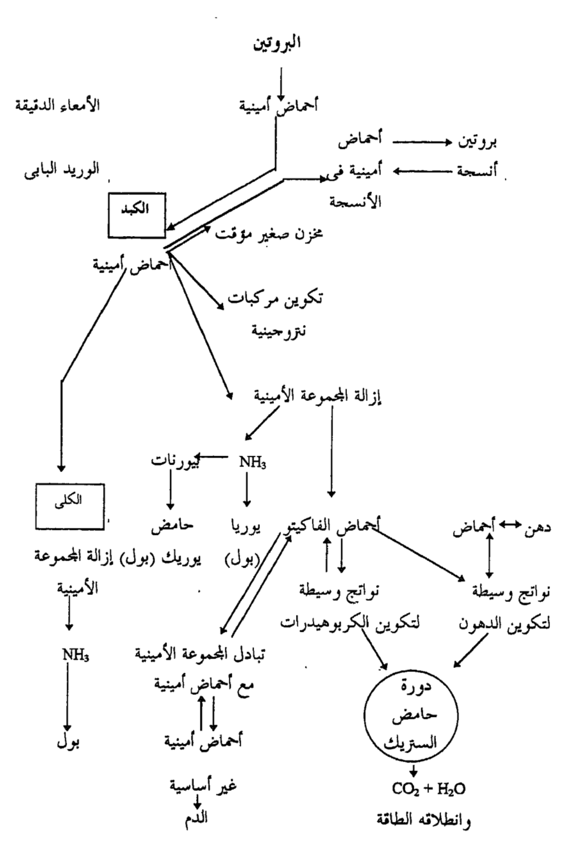
بعد دخول الأحماض الأمينية إلى الخلية فإنها تندرج لتكون بيبتيدات ثم بروتين بواسطة RNA الذى يتلقى التعليمات من DNA ولذا فإن مستوى الأحماض الأمينية الحرة فى الخلية يظل منخفضًا وتعتبر الكبد أكثر الأعضاء نشاط فى تكوين البروتين.

إن كثيرًا من البروتينات يمكنها أن تتحلل بواسطة إنزيمات التحليل الموجود فى الخلية وتنطلق أحماض أمينية إلى الدم باستثناء بروتين كروموزومات الخلية والبروتينات البنائية مثل كولاجين وبروتين العضلات.

يمكن لبعض الأنسجة أن تحتفظ ببعض الأحماض الأمينية مثل الكبد حيث أنها يمكنها أن تحول الأحماض الأمينية من حالة لأخرى- أحيانًا يتم هذا فى الكلى وفى ميوكوزا الأمعاء الدقيقة.

ولتكوين بروتين الجسم، يجب أن تكون كل الأحماض الأمينية اللازمة لهذا البروتين موجودة بالكمية النوعية اللازمة معًا في وقت واحد، وفى حالة غياب أحد الأحماض الأمينية الأساسية أو نقصه فإن الأحماض الأمينية غير المستعملة فى بناء البروتين تستخدم فى أغراض أخرى.

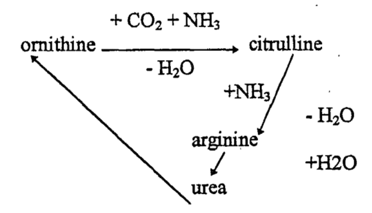
ولكل خلية حد أقصى لوجود البروتين بها وبعد هذا الحد فإن الزيادة من البروتين تهدم وتنطلق الأحماض الأمينية إلى الدم حيث تستخدم فى توليد الطاقة أو التحويل إلى دهون وكربوهيدرات.



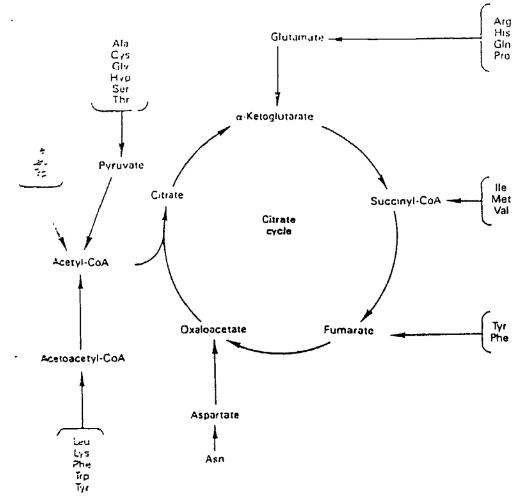
شكل (٥-١٥) ميتابوليزم البروتين

وعند استخدام الأحماض الأمينية فـى أغـراض أخـرى تسـتلزم إزالـة المجموعـة الأمينية deamination عادة فى الكبـد والكلى، فتتحـول المجموعـة الأمينيـة إلى يوريـا urea فى الكبد على خطوات (شكل ٥- ١٦) وتخرج فى البول عن طريق الكلى، أما الجزء الباقى من الحامض الأمينـى فإنـه إمـا أنـه يتأكسـد لتوليـد الطاقـة ويتكـون ثـانى أكسيد كربون وبخار ماء يخـرج، أو يتحـول إلى كربوهيـدرات glyconeogenesis أو دهون ketogenesis، أو يتكون أحماض أمينية غير أساسية.

كما فى شكل (٥- ١٧).



شكل (٥-١٦) خطوات تكوين اليوريا



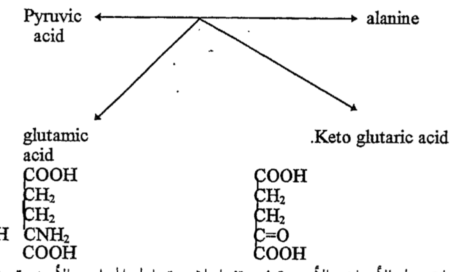
Amphibolic intermediates formed from the carbon skeleton of amino acids

شكل (٥- ١٧) تأكسد الهيكل الكربونى للأحماض الأمينية لتوليد الطاقة

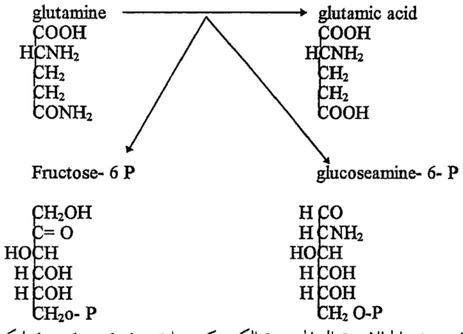
وفى كثير من الحالات تضاف المجموعة الأمينية إلى حامض ألفا- كيتو amination لتكوين الحامض الأمينى المقابل مثل تكوين حامض alanine نتيجة إضافة المجموعة الأمينية إلى حامض pyruvic وهذا الحامض الفاكيتو المقـابل- وهذا تفاعل عكسى فى وجود فيتامين B_6.

$$\underset{\text{Pyruvic acid}}{CH_3-C(=O)-COOH} \; - \; NH_3 \;\underset{}{\overset{+NH_3}{\rightleftharpoons}}\; \underset{\text{alanine}}{CH_3-HC(NH_2)-COOH}$$

كما يحدث تبادل المجاميع الأمينية transamination بين الأحماض الأمينية والأحماض الفاكيتو فى تفاعلات عكسية فى وجود فيتامين B_6 كما يلى:



كما تدخل الأحماض الأمينيــة فـى تفـاعلات تبـادل المجـاميع الأميديـة amide group $(CONH_2)$ transamidation مـع المجموعـة الكيتونيـة (C=O) لأى مركـب- وأهمية هذا التفاعل أنه يساعد فى التخلـص مـن المـواد النتروجينيـة المتكونـة فـى المخ لإخراجها عن طريق دورة اليوريا كما سبق وأيضًـا تكويـن مركبـات لازمـة للجسـم كما يلى:

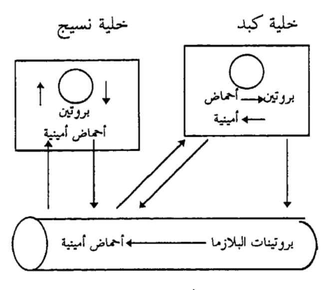


وفى بعض الحالات تزال المجموعة الكربوكسـيلية decarboxylation لتكويـن مواد لازمة للجسم مثل هستامين histamine من الحامض الأمينـى histidine و 5-Oh tryptamine وسيروتونين Serotonin من الحـامض الأمينـى tryptophan وهـى تقـوم بوظائف هامة للجسم كما سبق .

بروتينات البلازما :

إن أهم بروتينات البلازما هى البيومين والجلوبيولين والفيبرينوجين وهى تقوم بوظائف هامة كما سبق ويتكون كل من الألبيومين والفيبرينوجين ومن ٥٠ - ٨٠٪ من الجلوبينولين فى الكبد ويتكون الباقى فى أنسجة الليمف **Lymphoid** وهو جاما جلوبيولين الذى يشكل الأجسام المضادة- يصل معدل تكوين البلازما إلى ٣٠جم/ اليوم.

وتعمل بروتينات البلازما كمصدر لتكوين أى بروتين فى أى نسيج انخفض فيه نسبة البروتين. وهنا تعمل بروتينات البلازما على سرعة تعويض هذا النسيج- حيث تتحلل إلى أحماض أمينية وبهذا يمكن أن تعتبر بروتينات البلازما كبروتين متغير **Labile** ليكون مصدرًا للأحماض الأمينية التى يحتاجها بروتين أى نسيح كما فى شكل (٥- ١٨).



شكل (٥- ١٨) تبادل البروتين والأحماض الأمينية بين الأنسجة

وعمومًا تقوم بروتينات البلازما بعدة وظائف منها أنها تعتبر كمخزن للبروتين اللازم لميتابوليزم البروتين فى الأنسجة، تكون الجلطة الدموية عند اللزوم بواسطة الفيرينوجين **fibrinoges** لإيقاف النزيف يقوم جاما جلوبيولين **(αglobulin)** بتكوين مناعة الجسم، كما أن الالبيومين **(albumin)** ينظم انتقال السوائل من وإلى الخلية إذ أنه ينظم حجم الدم وبالتالى يتولد ضغط الدم المناسب الذى يساعد على

الامتصاص وهذا يضاد أو يعادل تسرب السوائل من الدم إلى الأنسجة وتعمل بروتينات الدم أيضًا على لزوجة الدم بدرجة مناسبة لتنظيم مرور الدم كما أنه يعدل حموضة الدم كما سبق.

وأيضًا تعمل هذه البروتينات على تنظيم نفاذية جدر الأوعية الدموية لأنها تدخل فى تكوين المادة اللاحمة.

كما أنها تنقل العديد من المركبات مثل الحديد والكالسيوم واليود وفيتامين A، وهرمون الثيروكسين thyrsoxine وغيرهم.

مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما :

يتغير مستوى الأحماض الأمينية فى البلازيا خلال ٢٤ ساعة فيصل أعلى مستوى عند الظهيرة أما أقل مستوى فيكون حوالى الساعة الرابعة صباحًا ويتأثر بمستوى الأحماض الأمينية فى الدم بعدة عوامل:

فيشير Mclanglan و Morrison أن تركيز الأحماض الأمينية فى الدم وخصوصًا فى الوريد الباقى تتوقف على محتوى البروتين المتناول من الأحماض الأمينية بناء على ما ظهر من تجارب على الحيوان أن تناول اللحم والكازين أدى إلى رفع الأحماض الأمينية فى الدم وخصوصًا فى الوريد البابى بينما زاين Zein الذرة أدى إلى حفظها، وكان تخفيض الأحماض الأمينية أكثر وضوحًا فى حالة غياب البروتين من الغذاء. وفى تجارب على الفيران وجد Harper, Peters (١٩٨١) أن اختيار الفيران لأغذية مختلفة فى محتواها من البروتين كان يتراوح بين حدود الاحتياج الأعلى والأدنى للبروتين وأن الفيران تتجنب تناول الأغذية المنخفضة جدًا أو المرتفعة جدًا فى البروتين وكان أقل كمية من البرونين المتناول تمثل الحد الأدنى الذى يقابل الاحتياج من البروتين وكان الحد الأعلى مرتبطًا بزيادة هدم البروتين نتيجة تنشيط الإنزيمات المرتبطة بذلك:

إن مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما قد يتأثر بواسطة الناقل العصبى سيروتونين serotonin حيث يشير Li و Anderson (١٩٨٤) أنه عند ارتفاع الأحماض الأمينية فى البلازما والمخ يعطى السيروتونين إشارات عصبية لتنظيم تناول البروتين.

ومن جهة أخرى وجد Anderson, Peter (١٩٨٥) علاقة بين البروتين المتناول وبين تركيز الأحماض الأمينية المتناولة المتشعبة السلسلة (branched- chain) وهى Valine, leucine isoleucine ويشير Anderson وآخرون (١٩٩٠) أن زيادة تناول هذه الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتشعبة قد يكون له دور فى تنظيم تناول البروتين عن طريق تأثيرها على طعم الغذاء وأيضًا فى نشاط إنزيمات هدم هذه الأحماض الأمينية.

واهتم Weehler و Morgan بدراسة العلاقة بين نسب الأحماض الأمينية لبعضها وبين إتاحة الأحماض الأمينية الحدية Limiting فى الغذاء قبل وبعد المعاملات الحرارية. وقد ظهر أن مستوى الأحماض الأمينية فى الوريد البابى يتوقف ليس فقط على محتوى البروتين من الأحماض الأمينية بل أيضًا على سرعة هضم الغذاء وإنطلاق الأحماض الأمينية وامتصاصها حيث ظهر أن وجود الجلوكوز فى الغذاء يساعد على امتصاص الأحماض الأمينية أكثر من وجود الكربوهيدرات. علاوة على ذلك فإن الجلوكوز يساعد فى عمليات بناء البروتين من الأحماض الأمينية فى الأنسجة، ومن جهة أخرى فإن وجود الدهون يعطل من الهضم والامتصاص.

وفى تجارب على الإنسان ظهر أن تناول البيض واللبن أدى إلى رفع مستوى الأحماض الأمينية ولكن ذلك لم يكن موازيا لنمط الأحماض الأمينية فى الغذاء ولكنه قد يفيد فى التعرف على مدى إتاحة الأحماض الأمينية فى الغذاء بعد معاملته بالحرارة مثل حامض Lysine. وقد اتفقت مع نتائج تجارب النمو.

كما يتأثر مستوى الأحماض الأمينية فى الدم بدرجة التنافس بين الأحماض فيما بينها فى الامتصاص من القناة الهضمية وإعادة الامتصاص فى الكلى وفى نقل الأحماض الأمينية والميتابوليزم والإنزيمات المرتبطة.

ويعمل الجسم على الحفاظ على مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما وعندما ينخفض مستوى الأحماض الأمينية عن الحد الطبيعى فإن الأحماض الأمينية تخرج من الخلايا لتعديل المستوى. وقد ظهر أن بعض الهرمونات يمكنها أن تغير التوازن بين الأحماض الأمينية فى الأنسجة وفى البلازما مثل هرمون النمو والأنسولين فهى تشجع تكوين البروتين أما هرمونات الأدرنوكوريتكال جلوكوكوريتكويد adrencortical glucocorticoid فإنها تشجع على زيادة الأحماض الأمينية فى الدم.

ويوجد تعادل بين الأحماض الأمينية فى الدم وبين بروتينات الأنسجة حيث تدخل هذه الأحماض الأمينية فى بناء بروتين أى نسيج لأى عضو مثل الكبد كما يوجد تعادل بين بروتينات الخلايا مع بعض فإذا كان أى نسيج فى احتياج إلى بروتين فإنه يمكن أن يتكون هذا النسيج من الأحماض الأمينية فى الدم وهذه يتم تعويضها من هدم بروتين فى نسيج آخر.

الهدم الإجبارى للبروتين :

Obligatory Degradation of proteins :

إن بناء وهدم البروتين مستمر يوميًا طوال حياة الإنسان ويقوم ببناء وهدم ما يصل إلى ٤٠٠جم يوميًا مهما كانت حالة الإنسان. ولذا فإن النسبة بين البروتين الكلى للأنسجة وبروتين البلازما يعادل دائمًا ٣٣: ١ مهما كانت حالة الجسم التغذوية (Hall, Gyton ١٩٩٦) وعندما لا يتناول الإنسان أى بروتين فإن جزءًا من البروتين يهدم وتزال منه المجموعة الأمينية. يستخدم كما سبق ويتراوح هذا الجزء بين ٢٠- ٣٠جم من البروتين يوميًا وهذا يطلق عليه الفقد الإجبارى للبروتين obligatory loss.

ويمنع هذا الفقد ويعوض عن طريق تناول على الأقل ٢٠- ٣٠جم يوميًا ولكن للأمان يفضل زيادة هذه الكمية إلى ٥٠- ٧٥جم ويجب أن تكون نسب الأحماض الأمينية فى الغذاء تشابه نسب وجودها فى النسيج البروتينى المراد تكوينه فى الجسم لأن الخلية إما تكون البروتين الكامل أو لا تكون.

ويتأثر الهدم الإجبارى بالبروتين بالجوع فإن الجسم يستخدم الكربوهيدرات والدهن فى توليد الطاقة طوال فترة إتاحتهما ولكن بعد مدة من الجوع التى قد تصل إلى عدة أسابيع (Hall, Gyton ١٩٩٦) يقوم الجسم باستخدام الأحماض الأمينية فى توليد الطاقة وقد يصل الفقد فى بروتينات البلازما نتيجة ذلك إلى ١٢٥جم/اليوم وهنا تختل وظائف الخلية.

التعادل الديناميكى بين بروتينات الأنسجة والغذاء :

ويوجد تعادل ديناميكى **dynamic equilibrium** بين بروتين الأنسجة والبروتين المتناول من الغذاء وأول من أشار إلى ذلك هو **Schoenheimer** (١٩٤٢)

الذى لاحظ أن الأحماض الأمينية الموجودة فى الغذاء تدخل فى الأنسجة بسرعة مختلفة وأن الأحماض الأمينية الموجودة فى الأنسجة فى حالة تغير مستمر، حيث أن الأنسجة تعطى وتأخذ باستمرار، ودخول الأحماض الأمينية فى الأنسجة يتوقف على عمرها، فالأنسجة ذات العمر القصير تظهر تغييرًا مستمرًا فى الأحماض الأمينية، وقد أشارت تجارب Schoenheimer ومن بعده إلى أن ٣٠٪ من أنسجة الجسم تظهر حالة الديناميكية.

وقد أظهرت الدراسات أن ميوكوزا الأمعاء الدقيقة تتغير كل يومين، وأن الكرات الدموية الحمراء تتغير كل ١٢٠ يومًا، وأن الجلد يتغير باستمرار، وأن الجسم يكون البيومين السيرم بسرعة ١٠جم كل يوم، والفيبرينوجين بسرعة ٢جم كل يوم.

تخزين البروتين :

تتوقف كمية البروتين فى الجسم على بروتين الغذاء، فإذا فرض شخص معتاد تناول غذاء غنيا فى البروتين، ثم تغير طعامه فجأة إلى غذاء فقير فى البروتين، فإن إخراجه من النيتروجين فى البول يقل حتى يصل إلى حد أدنى معادلاً لنيتروجين الغذاء، وإذا تغير الغذاء إلى طعام غنى فى البروتين فإن الإخراج من النيتروجين يرتفع تدريجيًا حتى يصل إلى حد أقصى، فالزيادة فى إخراج النيتروجين أو حجزه فى الجسم بتغير الطعام من غنى فى البروتين إلى فقير، ثم إلى غنى فى البروتين يعادل ١٧٥ - ٣٥٠جم من البروتين فى الشخص البالغ، وهذا يسمى البروتين القابل للتغير labile protein وقد أثبت Chan سنة ١٩٦٨ أن هذا البروتين القابل للتغير يعادل ١٪ فى الأطفال، وهذه كمية منخفضة لا يمكن اعتبارها تخزين بروتين ويعتقد أنه يوجد منطقة تسمى بالبركة الميتابولية metabolic pool من الأحماض الأمينية فى سوائل الأنسجة المختلفة، وهذه تستخدم فى تخليق البروتين.

العوامل التى تؤثر فى ميتابوليزم البروتين:

١- مدى توازن الأحماض الأمينية فكما ذكر فإن عدم التوازن يقلل من استفادة الجسم من البروتين فى بناء أنسجته كما سبق.

٢- مدى سلامة عملية امتصاص البروتين ودخوله فى الأنسجة وفى إعادة امتصاصه فى الكلى.

٣- الهرمونات (Hall, Guyton ١٩٩٦).

* هرمون النمو الذى يعمل على زيادة بناء بروتين الأنسجة وقد يحدث ذلك عن طريق تسهيل نقل الأحماض الأمينية إلى داخل الخلية، أو زيادة نشاط RNA, DNA، أو إلى زيادة هدم الدهون المخزنة وانطلاق الأحماض الدهنية كمصدر للطاقة.

* الأنسولين: نقص الإنسولين يعمل على خفض بناء البروتين وقد يرجع ذلك إلى أن وجود الأنسولين يعمل على سرعة نقل الأحماض الأمينية داخل الخلية.

* جلوكوكورتيكويد **glucocorticoids** الذى تفرزه الادرنال يقلل من كمية البروتين فى الأنسجة ولكنه يزيد تركيز الأحماض الأمينية فى الدم وفى بروتينات البلازما والكبد وفى غياب هذا الهرمون فإن تركيز الأحماض الأمينية يقل فى البلازما مما يقلل من حدوث **Ketogenesis, gluconeogenesis**.

*** الهرمونات الجنسية**

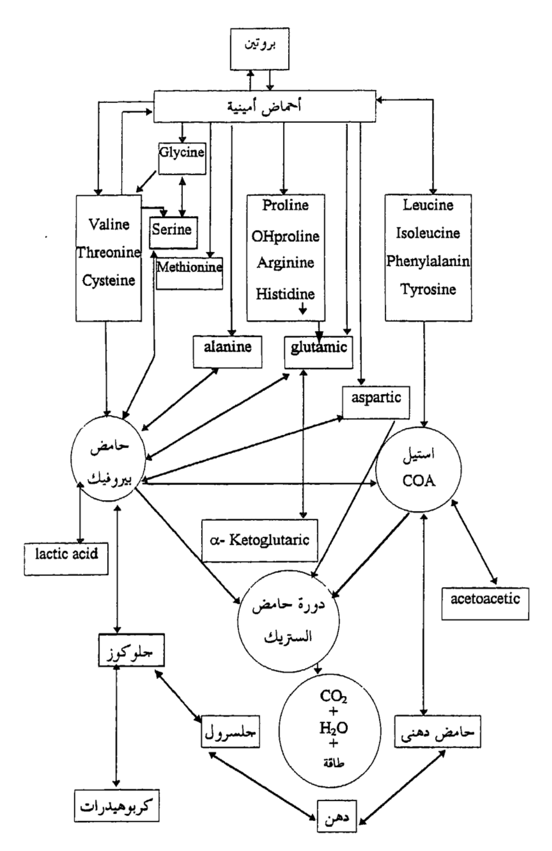
التستيرون **testosterone** وهو هرمون الذكورة يعمل على ترسيب البروتين فى الأنسجة بما فى ذلك العضلات لفترة، أما استروجين **estrogen** هرمون الأنوثة فإنه يعمل على ترسيب البروتين، لكن بدرجة أقل.

*** الثيروكسين thyroxine**

وهو يؤثر على سرعة الميتابوليزم فى العضلات ولذا فهو يؤثر بطريق غير مباشر فعند نقص أو غياب الكربوهيدرات أو الدهون فإن الثيروكسين يساعد فى هدم البروتينات لتوليد الطاقة ومن جهة أخرى ففى وجود كفاية الكربوهيدرات والدهون فإن الثيروكسين يشجع بناء البروتين من الأحماض الأمينية الزائدة.

العلاقة بين ميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون :

إن ميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون كعناصر مولدة للطاقة لا يتم لكل عنصر على حده ولكن يوجد علاقة فيما بينها كما يوضحها شكل (٥- ١٩).



شكل (٥-١٩) أكسدة البروتين والكربوهيدرات والدهون

اضطراب الميتابوليزم Metabolism Disorders:

هناك بعض الأخطاء الوراثية فى الميتابوليزم inborn errors of metabolism وهذه تؤثر فى ميتابوليزم الكربوهيدرات، الليبيدات، والأحماض الأمينية.. إلخ، ومن هذه الحالات:

١- جالاكتوسيميا Galactosemia وتنتج هذه الحالة نتيجة نقص الإنزيم الخاص بتحويل الجالاكتوز إلى جلوكوز، وهذه الحالة تؤدى إلى فشل النمو وتضخم الكبد وظهور الجالاكتوز فى البول وتخلف عقلى. وفى هذه الحالة يعطى الفرد غذاء فقيرا فى اللاكتوز.

٢- فنيل كيتونيوريا Phenylketonuria وتنتج هذه الحالة نتيجة نقص الإنزيم اللازم لتحويل phenylalanine إلى tyrosine وهذه تؤثر على القدرة الحركية للفرد، وظهور إكزيما وتغير فى الجلد والشعر، وظهور رائحة خاصة، وتخلف عقلى.

٣- الارتفاع الزائد للكولسترول فى الأسرة :

familial Hypercholestrolemia :

وهذه حالة وراثية حيث يظهر فى الإنسان نقص فى الجين المكون للبروتين المستقبل لليبيوبروتينات الخفيفة LDL على سطح الجدار الخارجى لخلايا الجسم. وفى غياب هذا المستقبل تصبح الكبد غير قادرة على إعادة امتصاص الليبيوبروتينات الوسط IDL ولا الخفيفة LDL. ولهذا يرتفع ويزيد تكوين الكولسترول الجديد زيادة كبيرة، ولا يحدث فى مقابل ذلك خفض فى الكولسترول الجديد البلازما. .ونتيجة لخروج كولسترول الكبد إلى الدم يرتفع مستوى كولسترول الدم وقد يصل إلى ٦٠٠- ١٠٠٠جم/ ١٠٠مل ويكون الإنسان معرضًا للوفاة فى سن ٢٠سنة وإذا حدث انسداد للشرايين فقد تحدث الوفاة عند سن ٤- ٦ سنوات.

الباب السادس

الحاجة إلى الطاقة

THE NEED FOR ENERGR

الحاجة إلى الطاقة

The Need for Energy

مقدمة :

زادت المعلومات عن الطاقة وقيمتها فى الأغذية، ومدى احتياج الفرد إلى الطاقة والآثار التى تترتب على زيادة الطاقة فى الإنسان وآثار السمنة. ويعتبر لافوازية واضع أسس ميتابوليزم الطاقة فى القرن الثامن عشر.

وتوجد الطاقة فى الطبيعة فى عدة صور: فهناك الطاقة الشمسية، والطاقة الكيمائية، والطاقة الميكانيكية، والطاقة النووية، وتختلف الحيوانات عن النباتات فى أنها لا يمكن أن تستفيد من طاقة الشمس مباشرة، فيمكن للنبات أن يستفيد من الطاقة الشمسية حيث يحولها أثناء التمثيل الضوئى إلى طاقة كيمائية التى تخزن فى النبات ويحصل الإنسان والحيوان على ما يحتاجه من الطاقة الكيمائية المختزنة فى النبات والكامنة فى الكربوهيدرات والدهون والبروتين ويستعملها الإنسان فى القيام بالأعمال والأنشطة المختلفة وفى المحافظة على درجة حرارة الجسم حول معدلها، وتنطلق الطاقة الكامنة فى الأغذية عن طريق أكسدة المواد العضوية فى الغذاء والتى يعتبر الكربون والأيدروجين والنتروجين والأكسجين والكبريت من أهم عناصرها.

ويتم الحصول على الأكسجين اللازم لعملية الأكسدة من الرئتين فيتحول نتيجة لذلك الكربون إلى ثانى أكسيد الكربون. ويتحول الأيدروجين إلى ماء والكبريت إلى كبريتات، أما النيتروجين فلا يتأكسد أكسدة تامة بل يخرج جزء منه فى صورة بولينا عن طريق الكلى، وبأكسدة مواد الطعام تنطلق ما بها من طاقة كامنة يستعملها الجسم فى القيام بالوظائف المختلفة الحيوية ويخرج مقدار كبير من هذه الطاقة فيفقدها الجسم على شكل حرارة تضيع من الجسم إلى الجو المحيط، أما ما يتبقى من عمليات الأكسدة هذه فيخرجها الجسم بواسطة الإفرازات المختلفة كالكلى والأمعاء الغليظة والجلد والرئتين.

ويستطيع الجسم تحويل الطاقة الكيمائية إلى طاقة ميكانيكية بمقدره تعادل ٢٥٪ حيث يضيع جزء كبير من الطاقة فى صورة حرارة ويستعمل الجسم جزءًا من الحرارة الناتجة أثناء إنتاج هذه الطاقة الكيمائية فى حفظ درجة الحرارة حول معدلها.

ووحدة قياس الحرارة هى الكالورى Calorie ويعرف السعر بأنه كمية

الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة ١سم٣ من الماء درجة مئوية واحدة (من ١٥°م إلى ١٦°م). أما فى التغذية فيتسعمل الكالورى الكبيرKilo Calorie أو Calorie، ويعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة لتر من الماء درجة مئوية واحدة من (١٥°م إلى ١٦°م) وينبغى أن نشير إلى أن لفظ الكالورى المستعمل فى هذا المرجع مقصود به الكالورى الكبير.

وقد اقترح باستعمال الجول Goule كوحدة لقياس الحرارة، والكالورى الكبير يعادل ٤,١٨ جول كبير. ويمكن قياس ما يحتاجه الجسم فى الظروف المختلفة وعند أداء أى نوع من الأعمال والأنشطة المتنوعة، أى أنه يمكن قياس سرعة الميتابوليزم بأجهزة تسمى الكالوريميتر ويمكن بواسطتها تقدير الطاقة الحرارية المنبعثة من الجسم أثناء قيامه بهذا المجهود ويجرى ذلك القياس إما بطرق غير مباشرة حيث تقاس الحرارة مباشرة أو بطريقة غير مباشرة حيث تقاس كمية الأكسجين المستهلكة أو كمية ثانى أكسيد الكربون الناتجة.

قياس القيمة السعرية للأغذية

الطرق المباشرة :

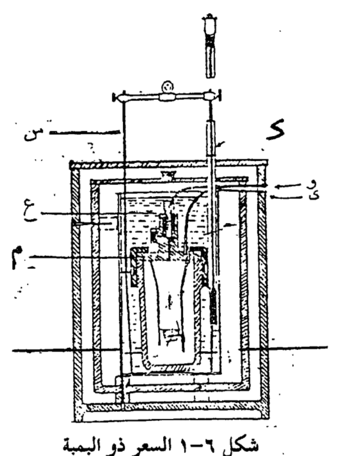
عند أكسدة الغذاء أكسدة تامة -تنبعث كمية من الحرارة يطلق عليها القيمة السعرية للأغذية، ويمكن تقديرها بواسطة أجهزة خاصة تسمى بالمسعرات Calorimeters وتستعمل بعض المسعرات لتقدير القيمة السعرية للأغذية عند احتراقها خارج الجسم ومنها المسعر ذو البمبة Bomb Calorimeter والمسعر الأكسجينى Oxy -Calorimeter كما توجد أنواع أخرى تستعمل لتعيين القيمة السعرية للأغذية عند احتراقها داخل الجسم مثل المسعر التنفسى Respiratory Calorimer، وتتوقف القيمة السعرية للأغذية عند احتراقها فى الجسم على عدة عوامل منها معامل الهضم (وهو ٩٨٪ للكربوهيدرات و٩٥٪ للدهون، ٩٢٪ للبروتينات)، كما تتوقف على العناصر الداخلة فى تركيب الغذاء. فالدهون والكربوهيدرات التى تتكون من عناصر الكربون والأيدروجين والأكجسين، وهذه يمكن أن تتأكسد كلية إلى ثانى أكسيد كربون وماء.

أما البروتينات فلا يتم أكسدتها أكسدة تامة داخل حسم الإنسان إلى ثانى أكسيد الكربون والماء نظرًا فقط لاحتوائها على نيتروجين بما يعادل ١٥-١٧٪ وهذا يفرز

فى صورة أمونيا أو يوريا أو حامض بوليك أو كرياتنين فى البول وهى مركبات لازالت تحتوى على كمية من الطاقة، ولذا فعند احتراق البروتينات فى الجسم فإنها تعطى طاقة أقل منها عند احتراقها خارج الجسم وهذه الطاقة المفقودة تعادل ١,٢٥ كالورى كبيرًا لكل ١جم بروتين.

المسعر ذو البمبة Bomb Calorimeter

يتكون المسعر ذو البمبة (شكل ٦-١) من وعاء (١) يسمى بالبمبة له جدران سميكة من الصلب غير قابل للصدأ ومطلى من الداخل، وللبمبة غطاء محكم (م) يتصل به من الداخل قضيبان من نفس المعدن فى اتجاه رأسى إلى أسفل ينتهى أحدهما بحلقة معدنية لحمل بوتقة (ب) توضع بها العينة المراد تقدير قيمتها السعرية، ويوصل طرفا القضيب من أسفل بسلك من المغنسيوم، كما يتصل طرف القضيبين عند موضع اتصالهما بغطاء البمبة بسلك كهربى (و،ى) يتصلان بمصدر تيار كهربى، ويوجد بالغطاء صمام (ع) يمكن بواسطته شحن البمبة بالأكسجين إلى ضغط ٢٠-٣٠جوى.



شكل ٦-١ السعر ذو البمبة

ويحيط بالبمبة ماء ويحاط الحمام المائى بمادة عازلة وله ترمومتر (د) لتسجيل درجة حرارة الماء بمقلب (س) وعند توصيل التيار الكهربى يشتعل المغنسيوم وتحرق العينة، وتنبعث حرارة تنتقل خلال جدران البمبة إلى الماء المحيط بها فيمتصها وبمعرفة درجة حرارة الماء قبل وبعد حرق العينة، وكمية الماء يمكن حساب القيمة السعرية لعينة الغذاء من المعادلة التالية (وذلك بعد إجراء التصحيح اللازم لمركبات النيتروجين وما يتبقى منها بعد الاحتراق والفرق بين درجة حرارة المعادن الموجودة قبل وبعد الاحتراق وهذا يمكن تقديره بحرق وزن معلوم من حامض البنزويك).

والمعادلة هى:

القيمة السعرية للعينة= فرق درجة حرارة الماء

وزن الماء فى الحمام المائى × قبل وبعد حرق العينة– التصحيح

وزن العينة بالجرامات

وتتوقف الحرارة الناتجة عن احتراق المواد العضوية على العناصر الداخلة فى تركيبها واحتراق جرام من الكربون إلى ثانى أكسيد كربون يعطى ٨,٠٨سعرًا، وجرام من الأيدروجين ينتج ٣٤,٥ سعرًا.

وحيث أن الكربوهيدرات والدهون تتكون من عناصر الكربون والأيدروجين يتأكسدان بواسطة الأكسجين الموجود فى الجزئ. وعلى هذا فعند احتراق الكربوهيدرات أو الدهون فإنها تعطى حرارة أقل منها عند احتراق وزن مساو من الكربون النقى أو الأيدروجين النقى.

وعند احتراق البروتينات فى المسعر، فإن الكربون ينتج ثانى أكسيد كربون والأيدروجين ينتج ماء، والنيتروجين ينتج غاز النيتروجين، وقد يتأكسد جزء بسيط من النيتروجين إلى أكاسيد نتروجين فى المسعر وهذه يتم تقديرها، وتطرح الحرارة الناتجة عن ذلك من النتائج النهائية:

وبتقدير القيمة السعرية للأغذية فى السعر وجد أن:

١جم من الكربوهيدرات يعطى ٤,١سعرًا.

١جم من البروتينات يعطى ٥,٦٥سعرًا.

١جم من الدهون يعطى ٩,٤٥سعرًا.

ويلاحظ أنه عند احتراق ١جم من الدهون تتولد كمية أكبر من الحرارة أكثر من ضعف الحرارة المتولدة عند احتراق ١جم من الكربوهيدرات وذلك لأن جزئ الدهون به كمية من الأكسجين لا تكفى لاحتراق كل الكربون والأيدروجين الموجود فى الجزئ فيحتاج إلى كمية من الأكسجين الخارجى أكثر منه فى حالة الكربوهيدرات والجدول رقم (٦-١) يبين احتراق وتركيب بعض المواد.

وعند احتراق المواد الغذائية داخل الجسم فإن كمية الحرارة الناتجة تكون أقل من حالة المسعر وذلك لعدم اكتمال هضم المواد الغذائية كما سبق ذكره، إن معامل الهضم للكربوهيدرات ٩٨٪ والدهون ٩٥٪ والبروتينات ٩٢٪ علاوة على ذلك ففى حالة البروتين يوجد فقد من الطاقة فى البول.

جدول (٦-١) حرارة احتراق وتركيب بعض المواد

المادة	حـــرارة الاحتراق كالورى/جم	كربون ٪	ايدروجين ٪	أكسجين ٪	نيتروجين ٪	كبريت ٪	فوسفور ٪
جلوكوز	٣,٧٥	٤٠,٠	٦,٧	٥٣,٣	-	-	-
سكروز	٣,٩٦	٤٢,١	٦,٤	٥١,٥	-	-	-
نشا	٤٤,٤	٤٤,٤	٦,٢	٤٩,٠	-	-	-
دهن الزبد	٩,٣	٧٥,٠	١١,٧	١٣,٣	-	-	-
كازين	٥,٨٥	٥٣,١	٧,٠	٢٢,٥	١٥,٨	٠,٨	٠,٨
البيومين	٥,٨	٥٢,٥	٧,٠	٢٣,٠	١٦,٩٠	١,٥	-

وعلى هذا، فعند حساب القيمة السعرية لحرق الأغذية فى جسم الإنسان يجب أن نأخذ فى الاعتبار أن:

١جم كبروهيدرات = ٤,١ × $\frac{٩٨}{١٠٠}$ = ٤ كالورى / جم

١جم دهون = ٩,٤٥ × $\frac{٩٥}{١٠٠}$ = ٩ كالورى / جم

١ جم بروتين = (٥,٦٥ - ١,٢٥) × $\frac{٩٢}{١٠}$ = ٤ كالورى / جم.

وتسمى هذه القيمة الفسيولوجية للأغذية أو القيمة الميتابوليزمية والتى تنتج من ضرب القيم السعرية للأغذية فى معاملات الهضم.

وباستعمال هذه الأرقام يمكن حساب القيمة الفسيولوجية أى الميتابوليزمية للأطعمة التى تحتوى على أكثر من واحد من المركبات الغذائية بعد معرفة نسبة هذه المحتويات، فلحساب القيمة الميتابوليزمية للبن المحتوى على ٤,٩٪ كربوهيدرات ٣,٥٪ بروتين، ٣,٩٪ دهن:

١٠٠ × $\frac{٤,٩}{١٠٠}$ = ٤,٩ جم كربوهيدرات ٤,٩ × ٤ = ١٩,٦ كالورى.

١٠٠ × $\frac{٣,٥}{١٠٠}$ = ٣,٥ جم بروتين ٣,٥ × ٤ = ١٤,٠ سعرًا.

١٠٠ × $\frac{٣,٩}{١٠٠}$ = ٣,٩ جم دهن ٣,٩ × ٩ = ٣٥,١ سعرًا

المجموع ٦٨,٧ كالورى

فيكون كوب اللبن الذى به ٢٨٠ لبن قيمته السعرية

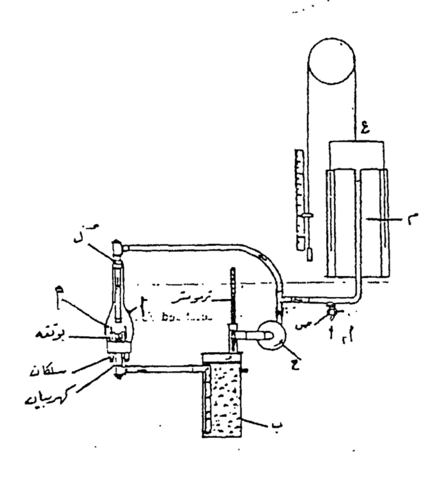
٦٨,٧ × ٢٨٠ = ١٩٢,٤٤ كالورى.

الطرق غير المباشرة :

المسعر الأكسجينى Oxy- Calorimeter :

صمم Benedict & Fox سنة ١٩٢٤ المسعر الأكسجينى، ويقيس القيمة السعرية للأغذية عن طريق الأكسجين المستعمل فى حرق وزن معلوم من الغذاء، وهو أبسط من المسعر ذو البمبة إلا أن نتائجه أدق (شكل ٦-٢) ويتركب المسعر الأكسجينى من حجرة احتراق (أ) بها بوتقة لوضع العينة ويتصل بها من أسفل سلكين كهربيين يتصلان بمصدر كهربى، ومن أعلى أنبوبة عليها صمام محكم (ل) لمرور الأكسجين من الخزان (م)، وتملأ الخزان بالغاز عن طريق صمام (ص)، ويقيس حجم الأكسجين عداد (ع) Spirometer وتوجد مروحة (ح) لسحب الغازات من حجرة الاحتراق إلى خزان (ب) به صودا جيرية لامتصاص ثانى أكسيد كربون، وهذا الخزان مزود بترمومتر وعند الاستعمال توضع العينة المراد تقدير قيمتها السعرية فى البوتقة الموجودة فى حجرة الاحتراق وتقفل الدائرة الكهربائية فتحترق العينة، وتسحب الغازات الناتجة من الاحتراق إلى خزان الصودا الجيرية بواسطة المروحة ويجب تبريد هذا الخزان وحجرة الاحتراق باستمرار ويحسب حجم الأكسجين المستهلك فى

حرق العينة وذلك بقياس حجم الأكسجين المتبقى فى خزان الغاز ويصحح هذا الرقم بالنسبة لدرجة الحرارة والضغط.



(شكل ٦-٢) المسعر الأكسجينى

وبالاستعانة بجداول Benedict & Fox يمكن معرفة القيمة السعرية لعينة الغذاء وذلك بضرب حجم الأكسجين (باللتر) اللازم لحرق العينة فى المكافىء السعرى Caloric equivalent (المعامل) لكل لتر من الأكسجين المستخدم فى حرق المادة (الجدول ٦-٢).

جدول (٦-٢) معامل Benedict & Fox لبعض الأغذية عند احتراقها في المسعر الأكسجيني

الأغذية	كالورى/ لتر	الأغذية	كالورى/ O_2
جلوكوز	٥,٠١	زيت زيتون	٤,٧٤
سكروز	٥,٠٨	لحم محمر	٤,٨٤
نشا	٥,٠٦	ساندوتش جنبه	٤,٩٥
دهن حيوانى	٤,٧٢	فطائر	٤,٩٠
بروتين	٤,٦	وجبة غذائية	٤,٨٢٥

ويشتق معاملات Benedict & Fox من الحرارة الناتجة من حرق المواد الغذائية:

جلوكوز + أكسجين ← ثانى أكسيد الكربون + ماء

$$6H_2o + 6co_2 \longleftarrow 60_2 + C_6H_{12}\,o_6$$

١٨٠ + ١٩٢ ← ٢٨٤+ ١٠٨ (أوزان جزئية)

وحيث أن الجرام الواحد من الجلوكوز يعطى عند احتراقه ٣,٧٤ سعرًا وأن الجرام من الأوكسجين يعادل ٠,٦٩٩٧ لتر فتكون القيمة السعرية لكل لتر من الأكسجين يلزمه لحرق الجلوكوز= $\frac{٣,٧٤ \times ١٨٠}{٠,٦٩٩٧ \times ١٩٢}$ =٥,٠١١ كالورى/لتر O_2

وبالمثل دهن (استيارين ثلاثى) أكسجين ← ثانى أكسيد كربون + ماء

$$110\,H_2O + 114\,CO_2 \longleftarrow 163\,O_2 + 2\,(C_{57}\,H_{110}\,O_6)$$

١٩٨٠ + ٥٠١٦ ← ٥٢١٦ + ١٧٨٠

(أوزان جزئية)

ومنها يمكن حساب القيمة السعرية لكل لتر من الأكسجين يستخدم فى حرق الدهون والتى تساوى ٤,٧٢٩، أما فى حالة الوجبات فقد وجد أن القيمة السعرية لكل لتر من الأكسجين اللازم لحرق ١جم من الأغذية يعادل ٤,٨ سعر/ لتر O_2.

النسبة التنفسية Respiratory Quotient

عند احتراق المواد الغذائية داخل الإنسان ينتج ثانى أكسيد الكربون وبخار

الماء وحرارة تتناسب مع كمية الأكسجين المستهلك أى خارج قسمة ثانى أكسيد الكربون الخارج أثناء عملية الزفير فى وقت معين على حجم الأكسجين الذى يستعمله الفرد فى نفس الوقت هذا ما يطلق عليه اسم النسبة التنفسية ومن هذه النسبة التنفسية يمكن معرفة نوع المادة العضوية التى تأكسدت داخل الجسم، ومدى تحول إحدى المواد الغذائية إلى أخرى والجدول (٦-٣) يوضح النسبة التنفسية للكربوهيدرات والدهون والبروتينات وأول من وضع هذا الجدول Znut العالم الفسيولوجى السويسرى أوائل القرن العشرين.

جدول (٦-٣) النسبة التنفسية والقيمة السعرية لبعض الأغذية

١جم من الغذاء	الأكسجين المطلوب ملليمتر	ثانى أكسيد الكربون الناتج ملليمتر	النسبة التنفسية	القيمة السعرية
نشا	٨٢٨,٨	٨٣٨,٨	١,٠	٤,١٨
دهن	٢٠١٩,٢	١٤٢٧,٣	٠,٧٠٧	٩,٤٦١
بروتين	٩٦٦,١	٧٨,٧	٠,٨٠٩	٤,٤٤٢

ولحساب النسبة التنفسية فى حالات الكربوهيدرات فإنها تتأكسد فى الجسم حسب المعادلة التالية:

$$C_6H_{12}o_6 + 6o_2 \longrightarrow 6co_2 + 6H_2o + \text{طاقة}$$

وعند درجة حرارة واحدة وضغط واحد فإن الأوزان الجزئية للغازات تكون متساوية فالنسبة التنفسية = $\frac{6CO_2}{6O_2}$ = ١

وفى الدهون فإنها تتأكسد فى الجسم حسب المعادلة فى المثال لحامض Palmitic

$$(C_{16}H_{32}O_2) + 23O_2 \longrightarrow 16CO_2 + 16H_2O + \text{طاقة}$$

والنسبة التنفسية = $\frac{16CO}{23O}$ = ٠,٧

وفى حالة الأحماض الدهنية القصيرة فإن النسبة التنفسية= ٠,٨

أما فى حالة البروتين فنظرًا لعدم تمام أكسدته وخروج جزء من الكربون والأيدروجين فى البول فى صورة يوريا -كما سبق ذكره -لذا فتجرى بعض

الحسابات لمعرفة البروتين المحترق فى الجسم، وقد وجد أن النسبة بين حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج إلى حجم الأكسجين المستهلك يساوى ١,٢:١ وهى تعادل ٠,٨١ .

العوامل التى تؤثر فى النسبة التنفسية:

١- تزيد النسبة التنفسية عند تحويل الكربوهيدرات إلى دهون حيث لا يحتاج إلى الأكسجين الخارجى وذلك لأن الكربوهيدرات غنية بالأكسجين.

٢- فى حالة تكوين أحماض بالجسم مثل حامض اللاكتيك فى حالة النشاط الرياضى أو تكوين أحماض كيتونية فى حالة مرض السكر. تمر الأحماض بالدم وتتفاعل مع بيكربونات الصوديوم وينتج CO_2 الذى يخرج فى هواء الزفير فتزيد النسبة التنفسية .

٣- إصابة الجسم بحالة الحموضة **acidosis** نظرًا لزيادة خروج ثانى أكسيد الكربون.

٤- الضغوط العصبية وغيرها ترفع النسبة التنفسية عن ١.

نقل النسبة التنفسية عند:

١- تحويل الدهون إلى كربوهيدرات.

٢- تخلص الجسم من الأحماض المتكرنة.

٣- تعاطى مواد ذات تأثير قلوى

قياس الميتابوليزم

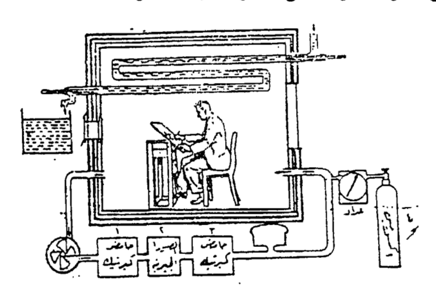
الطرق المباشرة Direct Calorimetery:

تقاس الطاقة الحرارية الكلية المنبعثة من الجسم "وتتضمن الحرارة المنبعثة من الجسم نتيجة قيامه بمجهود والحرارة الكامنة فى بخار الماء الخارج من الرئتين والجلد" ويجرى ذلك فى جهاز خاص يسمى المسعر التنفسى **Respiratory Calorimeter**.

وقد صمم Atwater Benedict (شكل ٦-٣) ويتكون من حجرة ذات جدران مزدوجة بينها مواد عازلة وبها حوائط مزدوجة لمنع تسرب الهواء أوالحرارة من داخل الغرفة إلى خارجها والحجرة متسعة لأن يقوم الفرد بما يحتاجه فى الحياة الطبيعية وعند القيام بأى مجهود تنطلق طاقة من الجسم حيث تمتص بواسطة ماء يجرى فى

أنابيب داخل الحجرة ومزودة بترمومترات حساسة وتقيس درجة الحرارة للماء عند دخوله وخروجه من الغرفة كما يوجد عدادات حساسة تقيس كمية الماء بها وتزود الغرفة بأسطوانات من الأكسجين المضغوط تمد الحجرة بتيار منتظم من الأكسجين يستنشقه الشخص بداخل الغرفة ويخرج ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء وعند مرور هواء الغرفة على الزجاجة رقم (١) المحتوية على حامض كبرتيك مركز، فإنه يمتص ما به من بخار الماء. ثم يمر على الزجاجة رقم (٢) والمحتوية على جير الصودا لامتصاص ما بالهواء من ثانى أكسيد الكربون ثم يمتص بخار الماء الناتج عند مروره على الزجاجة رقم (٣) والمحتوية على حامض كبرتيك، ثم يضاف إليه أكسجين ويمر الهواء ثانيًا إلى الغرفة. وكمية الحرارة التى يفقدها الشخص بداخل الغرفة عند القيام بمجهود معين تعادل كمية الحرارة التى يمتصها الماء بداخل الأنابيب المارة بالغرفة مضافًا إليهما كمية الحرارة الكامنة لبخار الماء الذى يتبخر من الجسم فى نفس الوقت، وتقدر الحرارة الكامنة بقياس الهواء الخارج من المسعر، والحرارة الكامنة لتبخير ١ جم من الماء تعادل ٠,٥٨ كالورى على درجة ٣٠°م كما تعمل تصحيحات لأى تغير فى درجة حرارة الجسم وكذا عند إدخال أى غذاء أو شراب داخل الغرفة.

وهناك طريقة لقياس سرعة الميتابوليزم بالطرق المباشرة حيث تترجم الحرارة المنبعثة من حجرة المسعر التنفسى إلى قوة كهربية تسجل باستمرار.



شكل (٦-٣) حجرة قياس طاقة الميتابوليزم حسب تصميم Atwater

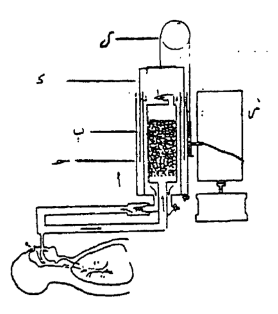
الطرق غير المباشرة: Indirect Calorimetery:

فى الطريقة غير المباشرة، تقاس الطاقة عن طريق قياس حجم الأكسجين الذى يستهلكه الفرد فى فترة معلومه من الزمن حيث أنه لابد للإنسان من أن يستهلك الأكسجين اللازم لحرقه أو أكسدة المواد الغذائية داخل جسم الفرد، وهذا الأكسجين المستهلك يعادل بالتالى كمية معينة من الحرارة. والأسس التى تقوم عليها هذه الأجهزة تشابه الأسس التى يقوم عليها المسعر الأكسجينى سابق الذكر، ومن هذه الأجهزة نوع ذو دائرة مغلقة Closed Circuit ونوع ذو دائرة مفتوحة open circuit.

الأجهزة ذات الدائرة المغلقة:

وهى أكثر الأجهزة شيوعًا، سهل الحمل ومنها جهاز Benedict Roth (شكل ٦-٤) حيث يقيس حجم الأكسجين المستهلك خلال مدة معينة، ثم ينقى هواء الزفير من $H_2O + CO_2$ ثم يعاد استعماله.

ويضرب حجم الأكسجين المستهلك فى القيمة السعرية فينتج مقدار الطاقة الحرارية تحت ظروف الاختبار ويمكن إجراء الاختبار لشخص وهو مستلق، وفى هذه الحالة يقيس الميتابوليزم القاعدى ولإجراء الاختبار يتنفس الشخص من فمه بينما يسد أنفه بمشبك فيسحب هواء الشهيق من صمام (أ). أما هواء الزفير فيمر إلى أسطوانة امتصاص (ب) لامتصاص H_2o Co_2 ويحيط بالاسطوانة (ب) أسطوانة أخرى (ج) وتملأ المسافة بينهما بالماء، وينغمس بين الأسطوانتين (ب،ج) أسطوانة ثالثة (د) مقلوبة الوضع ويملأ الفراغ بين الأسطوانتين (ب،ج) بالأكسجين عن طريق صمام (ع)، وتتصل الأسطوانة المتحركة (د) بخيط يمر على عجلة (ر) تنتهى فى الطرف الآخر بريشة ويلاحظ أن هذه الريشة ترتفع إذا قل الأكسجين فى مخزن التنفس. وتسجل هذه التغيرات على ورق بيانى مثبت على أسطوانة (ز) تدور حول محورها بسرعة معينة ومنها يمكن حساب كمسة الأكسجين المستهلك، ويجب أن تكون درجة الحرارة ثابتة أثناء الاختبار.



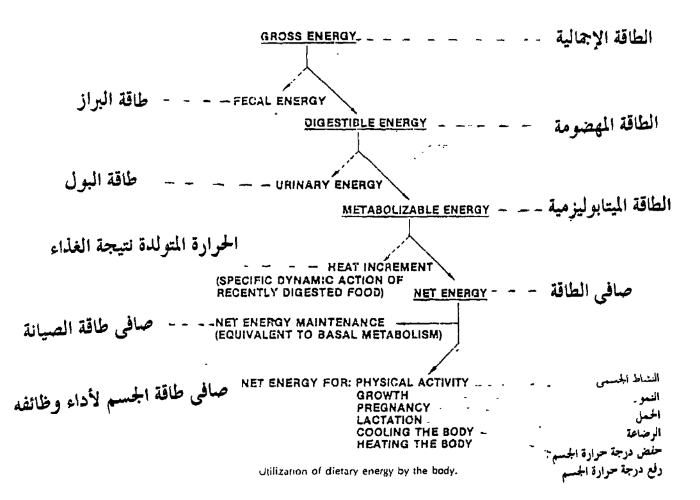
شكل (٦-٤) جهاز BENEDICT ROTH لقياس الطاقة

الأجهزة ذات الدوائر المفتوحة:

وفى هذه الأجهزة يحصل الشخص على الأكسجين اللازم من الهواء الجوى وتركيبه ثابت، ويقدر حجم هواء الشهيق والزفير كما يقدر كمية الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فى هواء الزفير، وبذلك يمكن حساب حجم الأكسجين المستهلك ومنه يمكن حساب الطاقة ويمكن إجراء هذا الاختبار أثناء القيام بأعمال مختلفة من النشاط.

صور طاقة الغذاء التى يستفيد منها الإنسان utilizable energy :

لا يستفيد جسم الإنسان من كل الطاقة الموجودة فى الغذاء نظرًا لعاملة الهضم والامتصاص كما سبق. وتختلف صور الطاقة التى يستفيد منها الإنسان (شكل ٦-٥).



Utilization of dietary energy by the body.

شكل (٦-٥) صور طاقة الغذاء التى يستفيد منها الجسم

* Ensminger وآخرون ١٩٩٥.

طاقة الغذاء الإجمالية: gross energy :

وهى تعادل كمية الطاقة المنطلقة من الغذاء عند احتراقه فى الكالوريمتر. وهى أكبر من الطاقة المنطلقه من الغذاء داخل الجسم.

طاقة البراز Fecal energy :

تمثل الطاقة المفقودة فى البراز نتيجة عدم هضمه مثل السليلوز أو عدم إتمام هضمه تبعًا لمعامل الهضم (كما سبق) وعدم إتمام امتصاصه كما فى الأغذية البروتينية.

الطاقة المهضومة digestible energy :

وهى تعادل طاقة الغذاء المهضومة والممتصة وهى تعادل طاقة الغذاء الإجمالية مطروحًا منها طاقة البراز.

طاقة البول Urinary energy :

وهى تعادل الطاقة الخارجة فى البول.

الطاقة الميتابوليزمية metabolizable energy :

هى الطاقة المنطلقة من الغذاء نتيجة احتراقه داخل الجسم وهى تعادل طاقة الغذاء الإجمالية مطروحًا منها طاقة البراز مطروحًا منها طاقة البول.

- الحرارة المتولدة نتيجة تناول الغذاء: Thermic effect of food :

وكانت تسمى بالفعل الديناميكى الخاص بالغذاء **specific dynamic action of food** وهى تعادل الحرارة التى يستخدمها الجسم نتيجة تناول الغذاء والاستفادة منه. وهى تعتبر طاقة مفقودة إلا إذا استخدمها الجسم فى الحفاظ على درجة حرارته عند انخفاض درجة حرارة الجو وهى تختلف باختلاف الغذاء المتناول كما سيأتى ذكره.

صافى الطاقة net energy :

وهى تعادل الطاقة المتاحة التى يمكن أن يفسيد منها الإنسان بعد إستبعاد ١٠٪ من الطاقة الميتابوليزمية.

صافى الطاقة للصيانة net energy for maintenance :

وهى تعادل الطاقة اللازمة لحفظ الجسم فى حالة توازن بدون أن يكون هناك فقد أو اكتساب الطاقة فى جميع أنسجة الجسم.

وهى تعادل طاقة الميتابوليزم القاعدى فى الإنسان البالغ الذى يتمتع بصحة جيدة وفى الإناث لا يكن فى مرحلة حمل أو رضاعة.

صافى الطاقة لأداء وظائف الجسم net energy for body function :

وهى الطاقة اللازمة لآداء وظائف الجسم من عمل ونشاط ونمو، وتنظيم درجة حرارة الجسم، وفى الإناث: للحمل والرضاعة هذا بالإضافة إلى الطاقة اللازمة للصيانة وهى تعادل طاقة قد تفوق طاقة الميتابوليزم القاعدى مضافًا إليها طاقة الصيانة.

احتياج الجسم للطاقة

يشمل احتياج الجسم الكلى للطاقة:

١- طاقة الميتابوليزم القاعدى Basal Metabolism- طاقة ميتابوليزم الراحة Resting Metabolic Expenditure

٢- طاقة النشاط الجسمى Physical Activitly

٣- التأثير الحرارى نتيجة تناول الغذاء Thermic effect of food

٤- (طاقة الفعل الديناميكى Specific Dynamic Action for food)

طاقة الميتابوليزم القاعدي

تعرف طاقة الميتابوليزم القاعدى بأنها الطاقة اللازمة لحفظ درجة حرارة الجسم حول معدلها ولأداء الأعمال غير الإرادية مثل حركات الهضم وعضلات الصدر أثناء التنفس ونشاط الكلى والغدد، ولإتمام التفاعلات الحيوية التى تتم فى الخلية واللازمة للحياة وتمثل طاقة الميتابوليزم القاعدى الجزء الأكبر من الاحتياج الكلى للطاقة. ويفيد قياس طاقة الميتابوليزم القاعدى فى التعرف على أمور كثيرة منها هل السمنة ترجع إلى بطء فى الميتابوليزم hypometabolism؟ هل النحافة ترجع إلى سرعة الميتابوليزم Hypermetabolism؟

وتقاس طاقة الميتابوليزم بالطريقة المباشرة أو غير المباشرة للفرد وهو فى حالة راحة تامة جسميًا وعقليًا ونفسيًا، ويكون قد مضى من ١٢- ١٨ ساعة على آخر وجبة، وأن يكون نائمًا، وحيث أن ذلك غير متيسر عمليًا، ولذا فإنها تقدر والفرد مستلقى فى حالة استرخاء، ويطلق عليها طاقة الميتابوليزم القياسى Standard Metabolism وتختلف قيمة الميتابوليزم القاعدي باختلاف الجسم ووزنه، ولكنها تكون متماثلة بالنسبة للمتر المربع من سطح الجسم، وهى مبنية على افتراض أن فى الإنسان يتناسب الميتابوليزم مع سطح الجسم، وقد اقترحت معادلات لحساب مساحة سطح الجسم من وزن الإنسان وطوله.

معادلة حساب مساحة سطح الجسم :

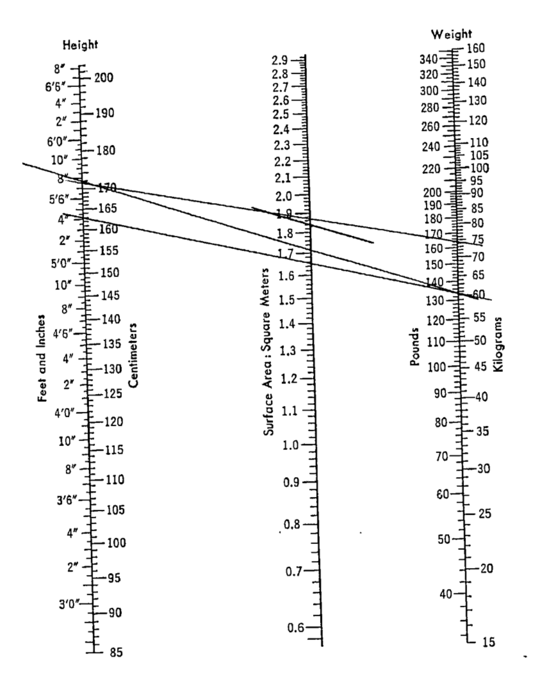
منها معادلة Du Bois, Du Bois م= و ^{٠,٤٢٥} × ع^{٠,٧٢٥} × ٧١,٨٤

حيث: م: مساحة سطح الجسم بالمتر المربع

و: وزن الجسم بالكيلو جرام

ع: الطول بالسنتيمتر

وقد استعملت هذه المعادلة فى رسم خريطة شكل (٦-٦) تربط المساحة بالطول والوزن وقد وجد أن هذه المعادلة والخريطة تنطبق بدقة على عدد كبير من الأفراد.



شكل ٦-٦) العلاقة بين مساحة سطح الجسم والطول والوزن حسب معادلة Du Bois: Du Bois

قياس الميتابوليزم القاعدى:

يقاس الميتابوليزم القاعدى إما بالطرق المباشرة بقياس الحرارة المنبعثة كما سبق ذكره، أو بالطرق غير المباشرة بتقدير O_2 المستهلك وCO_2 الناتج وهنا يمكن تقدير النسبة التنفسية.

وتبلغ قيمة الميتابوليزم القاعدى فى الشخص البالغ الذكر ٣٧,٥ كالورى لكل متر مربع فى الساعة وفى الأنثى٣٥,٢/م٢/ ساعة كما يمكن تقدير الميتابوليزم القاعدى للفرد على أساس ١كالورى/ كجم وزن الجسم/ ساعة فقيمة الميتابوليزم القاعدى لفرد وزنه ٧٠ كجم تساوى ٧٠×١×٢٤= ١٦٨٠ كالورى فى اليوم.

العوامل التى تؤثر فى الميتابوليزم القاعدى:

١- **السن والجنس:** تكون قيمة الميتابوليزم القاعدى لدى الأطفال عند الولادة حوالى ٣٠ كالورى/م٢/ ساعة وتخفض خلال الأسبوع الأول ولكنها تبدأ فى الارتفاع حتى تصل إلى أعلى قيمة بين العام الأول والثانى (٥٥- ٦٠كالورى/ م٢/ ساعة) ثم تقل تدريجيًا حتى تصل فى سن الشيخوخة إلى ٣٢,٠كالورى/م٢/ ساعة للذكر، ٣٠,٩ كالورى/م٢/ ساعة للأنثى.

والجدول (٦-٤) يبين قيمة الميتابوليزم القاعدى فى الذكور والإناث فى الأعمار المختلفة ويلاحظ أن قيمة الميتابوليزم القاعدى للذكور أعلى منه فى الإناث، وتزيد قيمة الميتابوليزم أثناء الحمل والرضاعة، وذلك يرجع إلى زيادة أكسدة الغذاء فى جسم الجنين وزيادة الأنسجة العضلية.

جدول (٦-٤) قيمة الميتابوليزم القاعدى كالورى / م^{٢} / ساعة

العمر بالسنين	١	٣	٥	٧	٩	١١	١٣	١٥	١٧	١٩	٢٠
ذكور	٥٣,٠	٥١,٣	٤٩,٣	٤٧,٣	٤٥,١	٤٣,٠	٤٢,٣	٤١,٨	٤٠,٨	٣٩,٢	٣٨,٦
إناث	٥٣,٠	٥١,٢	٤٨,٤	٤٥,٤	٤٢,٨	٤٢,٠	٤٠,٣	٣٧,٩	٣٦,٣	٣٥,٥	٣٥,٣

العمر بالسنين	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠
ذكور	٣٧,٥	٣٦,٨	٣٦,٥	٣٦,٣	٣٦,٢	٣٥,٨	٣٥,٤	٣٤,٩	٣٤,٤	٣٣,٨	٣٢,١	٣٣,٠
إناث	٣٥,٢	٣٥,١	٣٥,٠	٣٤,٩	٣٤,٥	٣٣,٠	٣٣,٧	٣٢,٧	٣٢,٣	٣١,٧	٣١,٣	٣٠,١

٢- **الحالة الصحية**: تزيد قيمة الميتابوليزم القاعدى لدى الأفـراد المرضى بأى مـرض بسبب ارتفاع درجة الحرارة الجسم حيث تزيد بمعدل ٧٪ لكل ارتفاع فـى درجـة الحرارة قدره درجة واحدة مئويـة فـوق المعـدل الطبيعـى، أمـا الأفـراد ذوى الحالـة الغذائية السيئة فتقل الميتابوليزم القاعدى لديهم، كما تزيد أيضًا فـى حالـة الإصابـة بأمراض القلب، النحافة.

٣- **نوع الغذاء**: تزيد قيمة الميتابوليزم القاعدى بتناول كميات كبيرة من البروتين.

٤- **تركيب الجسم**: تزيد قيمة الميتـابوليزم القـاعدى بزيـادة الأنسـجة العضليـة وهـى الأنسـجة النشـطة حيـث أن العضـلات هـى مركـز نشـاط عمليـات الأكسـدة metabolically active tissue.

٥- **النشاط الرياضى**: تزيد قيمة الميتابوليزم القاعدى لـدى الأفـراد الريـاضيين حيـث وجد أنها تزيد بنسبة حوالى ٦٪ للرياضيين عنـه لغير الريـاضيين فـى نفـس السـن ونفس حجم وتركيب وشكل الجسم.

٦- **النوم**: تقل قيمة الميتابوليزم القاعدى أثناء النوم بمقدار ١٠٪ عنه أثناء اليقظة.

٧- إفرازات الغدد الصماء: تؤثر بعض الغدد الصماء علـى قيمـة الميتـابوليزم القـاعدى وخصوصًا الغدة الدرقية التى تفرز هرمون الثيروكسين، فزيـادة نشـاط هـذه الغـدة يؤدى إلى زيادة فى قيمة الميتابوليزم القـاعدى وقـد تصـل هـذه الزيـادة فـى بعـض الأحيان إلى ٨٠٪، وإذا قل نشاط هذه الغدة فيحدث انخفاض فى قيمة الميتـابوليزم القاعدى قد يصل إلى ٣٠٪- ٤٠٪ كما يؤثر الانبفرين فـى الميتـابوليزم القـاعدى ولكن بدرجة أقل ولفترة أقصر ويؤدى نشاط الغدة النخامية إلى ارتفـاع فـى قيمـة الميتابوليزم القاعدى، ولكن تأثير هذه الغدد أقل من الغدة الدرقية.

وعمومًا يـؤدى النقـص فـى إفـراز الهرمونـات إلى انخفـاض قيمـة الميتـابوليزم القاعدى وكذلك فى حالة الاكتئاب ولكن تزيد فى حالة القلق والضغط العصبى.

طاقة ميتابوليزم الراحة:

Resting Energy Expenditure (REE) :

تمثل أكبر قدر مـن الطاقـة تسـتهلك بواسـطة الفـرد فـى وقـت الراحـة وفـى درجـات حـرارة معتدلـة. وهـى تمـاثل طاقـة الميتـابوليزم القـاعدى فـى الصبـاح بعـد

الاستيقاظ من النوم مباشرة، أو على الأقل بعد مرور ١٢ ساعة على آخر وجبة تناولها الفرد.

وقد تحتوى على متبقيات التأثير الحرارى للوجبة السابقة وقد تكون اقل من طاقة الميتابوليزم القاعدى أثناء النوم الهادئ.

وعمومًا فالفرق بينهما لا يتعدى ١٠٪ وأحيانًا يستخدمان بالتبادل. ويوضح جدول (٦-٥) طاقة ميتابوليزم الراحة المحسوبة باستخدام معادلات وضعتها WHO (١٩٨٥) حسب الوزن/ العمر/ الجنس.

جدول (٦-٥) "احتياج طاقة ميتابوليزم الراحة"

الذكور		الإناث	
العمر بالسنين	**كالورى/ اليوم**	**العمر بالسنين**	**كالورى/ اليوم**
صفر - ٣	(٦٠,٩× الوزن)- ٥٤	صفر - ٣	(٦١,٠× الوزن)- ٥١
٣ - ١٠	(٢٢,٧×الوزن) +٤٩٥	٣ - ١٠	(٢٢,٥×الوزن)+ ٤٩٩
١٠- ١٨	(١٧,٥×الوزن) +٦٥١	١٠- ١٨	(١٢,٢×الوزن)+ ٧٤٦
١٨- ٣٠	(١٥,٣×الوزن) +٦٧٩	١٨- ٣٠	(١٤,٧×الوزن)+ ٤٩٦
٣٠- ٦٠	(١١,٦×الوزن) +٨٧٩	٣٠- ٦٠	(٨,٧× الوزن) + ٨٢٩
٦٠+	(١٣,٥× الوزن)+٤٨٧	٦٠+	(١٠,٥×الوزن)+ ٥٩٦

Source: Ensminger (1995).

طاقة النشاط العضلى

يحتاج الجسم إلى الطاقة للقيام بأنواع النشاط الجسمى المتنوعة، وهذا الجزء من الطاقة يمثل نسبة كبيرة من الاحتياج الكلى للطاقة بعد طاقة الميتابوليزم القاعدى.

العوامل التى تؤثر فى طاقة النشاط العضلى :

إن الاحتياج لطاقة النشاط يتوقف إلى حد كبير على نوعية العمل الذى يؤديه الفرد ودرجة الجهد المبذول فيه ووزن الجسم، فاحتياج الفرد للطاقة لصعود السلم (٢,٥٤سعرًا كجم/ ١٠دقائق) يصل إلى ثلاثة أضعاف احتياجه لنزول السلم (٠,٩٧٦سعرًا/ كجم ١٠ دقائق) كما يزيد احتياج الفرد بزيادة شدة العمل، فمثلاً احتياج الشخص للطاقة فى المشى بسرعة (٥,٨ميل/ ساعة) يصل إلى ١,١٦٦٧ كالورى / كجم/ ١٠ دقائق) يزيد عن الطاقة اللازمة للمشى بسرعة (٢,٢٧ميل/ ساعة)، حيث تصل إلى ٠,٥٣ كالورى / كجم / ١٠ دقائق ويزيد احتياج الفرد للطاقة بزيادة الوزن، فمثلاً هناك شخصان وزن أحدهما ٤٥كجم والثانى ٦٠كجم يسيران بسرعة ٤/ ميل/ ساعة، فإن احتياجهما للطاقة هو ٤,١ ، ٥,٢ كالورى/ دقيقة على التوالى.

والجدول (٦-٦) يوضح مقدار الطاقة التى يبذلها الإنسان فى بعض أنواع النشاط المختلفة وجدول (٦-٧) إحتياجات الطاقة لأداء بعض الأعمال حسب الجنس ونوع العمل.

وتقاس طاقة النشاط العضلى إما بالطريقة المباشرة أو بالطريقة غير المباشرة كما سبق.

جدول (٦-٧) مقدار الطاقة التى يبذلها الإنسان فى الأنشطة المختلفة

النشاط	سعر /كجم / ١٠ دقائق	النشاط	سعر /كجم / ١٠ دقائق	النشاط	سعر / كجم / ١٠ دقائق
المشى بسرعة ٢,٢٧ ميل/ ساعة	٠,٥١٣	الجرى بسرعة ٧ ميل/ ساعة	٢,٠٤٥	ارتداء الملابس	٠,٤٦٦
المشى بسرعة ٣,٢ ميل/ ساعة	٠,٦٩٠	الجرى بسرعة ٨,٧ ميل/ ساعة	٢,٢٧٣	النجارة	٠,٦٦٤
المشى بسرعة ٣,٥ ميل/ ساعة	٠,٧٣٣	صعود الجبل	١,٤٧٠	لعب كرة القدم	١,٣٠٨
المشى بسرعة ٤,٤٧ ميل/ ساعة	٠,٩٦٩	الاسترخاء	٠,١٩٥	لعب التنس	١,٠١٤
الكرة الطائرة	٠,١٥٠٥	بياض الحائط	٠,٥١٤	لعب كرة تنس الطاولة	٠,٥٦٦
السباحة	١,٤٥٤	الجولف	٠,٧٩٤	النوم	٠,١٧٤
مسح الأرض	٠,٥٢٥	قيادة اللورى	٠,٣٤٢	نزول السلم	٠,٩٧٦
الكتابة	٠,٢٦٨	قيادة الموتوسيكل	٠,٥٣١	صعود السلم	٢,٥٤٠
الأكل	٢,٠٤	قيادة العربة	١,٤٣٨		

جدول (٦-٧) احتياجات الطاقة لأداء بعض الأعمال حسب نوع العمل والجنس(*)

نوع النشاط	الزمن بالساعة	رجل (٧٠ كجم)		امرأة (٥٦ كجم)	
		المعدل/ الساعة كالورى	الإجمالى كالورى	المعدل/ الساعة كالورى	الإجمالى كالورى
النوم	٨	٧٥	٦٠٠	٦٠	٤٨٠
عمل خفيف جداً القراءة والكتابة مشاهدة التليفزيون الخياطة الكتابة على الآلة الكاتبة مزاولة بعض الأعمال الرياضية جلوسًا	١٢	١٠٠	١٢٠٠	٨٠	٩٦٠
عمل خفيف إعداد الطعام أعمال التنظيف غسل الأطباق والطهى مشى البطىء بسرعة ٣-٤ كم/ ساعة شراء الحاجيات	٣	١٦٠	٤٨٠	١١٠	٣٣٠
عمل متوسط المشى بسرعة ٤-٦كم/ ساعة ترتيب المنزل- تنظيف الغسيل فى آلة الغسيل لعب التنس	١	٢٤٠	٢٤٠	١٧٠	١٧٠
عمل ثقيل العمل فى الحديقة رياضة الجلف والبولينج تلميع الأرض بالورنيش	صفر	٣٥٠	-	٢٥٠	-
عمل ثقيل جداً حرث الأرض الجرى- السباحة رياضة التزحلق ركوب الدراجة بسرعة ١٠- ١٢ كم/ الساعة	صفر	+٣٥٠	-	+٣٥٠	-
الإجمالى	٢٤		٢٥٢٠		١٩٤٠

(*) Esminger (١٩٩٥).

التأثير الحرارى نتيجة تناول الغذاء

Thermic effect of food

وتعرف هذه الظاهرة بالتأثير الحرارى للوجبة thermic effect وهو ما كان يعرف بالفعل الديناميكى الخاص بالغذاء specific dynamic action of food.

ترتفع قيمة الميتابوليزم ويزيج انبعاث الحرارة بعد تناول الفرد الطعام وكان Rubner أول من لاحظ هذه الظاهرة سنة ١٩٠٢ وكان يطلق عليها اسم الفعل الديناميكى الخاص للغذاء، وتتوقف قيمة الفعل الديناميكى الخاص على حسب نوعية الطعام، فإذا كان فرد صائم فى حالة راحة تامة، وفى بيئة ذات درجة حرارة طبيعية، وتناول كمية من البروتين تحتوى على نفس الطاقة المساوية للميتابوليزم القاعدى، فإن الحرارة المنبعثة من الشخص تزيد بمقدار حوالى ٣٠٪ عن المستوى القاعدى، بينما إذا كان مصدر الطاقة كربوهيدرات أو دهون، فإن الزيادة تعادل حوالى ٦، ٤٪ على الترتيب.

وقد يرجع سبب التأثير الحرارى للأغذية إلى التفاعلات التى تحدث للأحماض الأمينية ونزع المجموعة الأمينية فى حالة البروتين وإلى التفاعلات الوسطية بين الجليكوجين والجلوكوز فى حالة الكربوهيدرات، وإلى وجود مواد سريعة التأكسد فى حالة الدهون. ويلاحظ أن معظم الطاقة الكيميائية المتولدة من الأغذية تخزن فى مركب غنى بالطاقة مثل أدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP) تستفيد منها الأنسجة حسب احتياطها وهذا يتضمن فقد فى الحرارة. وقد وجد Krebs سنة (١٩٦٤) أن التأثير الحرارى يكون أكثر عند تكوين مركب (ATP) نتيجة لميتابوليزم البروتين أكثر منه فى حالة الدهون أو الكربوهيدرات.

وعمومًا فإن هذه الحرارة الزائدة ضائعة لا يستفيد منها الجسم، ولذلك يعمل حساب هذا الفقد عند تقدير الاحتياجات الكلية للطاقة بأن يضاف ١٠٪ من مقدار الميتابوليزم القاعدى لتغطية الفعل الديناميكى الخاص أى التأثير الحرارى للغذاء.

الاحتياج الكلى للطاقة فى اليوم

يعتبر النشاط الجسمى من العوامل المهمة التى تؤثر على احتياج الفرد للطاقة ومن الصعب قياسها فى مختلف الشعوب، وقد وضعت منظمة الأغذية والزراعة أمثلة

لنواحى استهلاك الطاقة لرجل نمطى وامرأة نمطية Reference man & Refernce Woman مفترضين أن استهلاك كل الطاقة يمثل متوسط استهلاك البالغ للطاقة ويوجد فى كل دولة أفراد أكثر نشاطًا وأفراد أقل نشاطًا منهما والجدول (٦ -٨) يوضح استهلاك الطاقة خلال ٢٤ ساعة لفرد نمطى بالغ عمره ٢٥ سنة ووزنه ٦٥ كجم وأنثى نمطية عمرها ٢٥سنة ووزنها ٥٥كجم ومتوسط درجة الحرارة السنوى ١٠ْم.

جدول (٦-٨) استهلاك الطاقة للرجل والأنثى النمطين خلال ٢٤ ساعة بالكالورى

نوع النشاط	عمل خفيف		عمل متوسط		عمل شاق	
	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى	ذكر	أنثى
٨ ساعات عمل	١١٠٠	٨٠٠	١٤٠٠	١٠٠٠	١٩٠٠	١٤٠٠
٨ ساعات أنشطة أخرى.	١٥٠٠	٩٨٠	١٥٠٠	٩٨٠	١٥٠٠	٩٨٠
٨ ساعات نوم	٥٠٠	٤٢٠	٥٠٠	٤٢٠	٥٠٠	٤٢٠
ميتابوليزم قاعدى						
الاستهلاك الكلى	٣١٠٠	٢٢٠٠	٣٤٠٠	٢٤٠٠	٣٩٠٠	٢٨٠٠

وفى بعض الحالات التى يقوم فيها الفرد بعمل شاق جدًا، قد يصل استهلاك الفرد للطاقة خلال ٢٤ ساعة إلى ٤٠٠٠ سعرًا كالورى.

وقد يحتاج بعض الأفراد إلى سعرات أكثر، ومن ناحية أخرى فقد يحتاج بعض الأفراد إلى سعرات أقل خصوصًا إذا كانوا يؤدون أعمالاً لا تحتاج إلى مجهود وحركة كثيرين مثل بعض الأعمال الكتابية. ويوضح جدول (٦-٩) إجمالى استهلاك الطاقة اليومى لأفراد يؤدون أنواعًا مختلفة من الأعمال.

جدول (٦-٩) استهلاك الطاقة اليومية لأفراد فى وظائف مختلفة

العمل	ذكور استهلاك الطاقة بالسعر	العمل	إناث استهلاك الطاقة بالسعر
على المعاش	١٧٥٠ - ٢٨١٠	ربة بيت كبيرة فى السن	١٤٩٠ - ٢٤١٠
كاتب	٢٢٣٠ - ٢٢٩٠	ربة بيت متوسطة العمر	١٧٦٠ - ٢٣٢٠
فنى فى معمل	٢٢٤٠ - ٣٨٣٠	فنية فى معمل	١٣٤٠ - ٢٥٤٠
عامل بناء	٢٤٤٠ - ٣٧٣٠	فى محل تجارى	١٨٢٠ - ٢٨٥٠
طالب جامعة	٢٢٧٠ - ٤٤١٠	طالبة جامعية	١٣٨٠ - ٢٥٠٠
عامل بمصنع	٢٦٠٠ - ٣٩٦٠	عاملة بمصنع	١٩٧٠ - ٢٩٨٠
فلاح	٢٩٠٠ - ٤٠٠٠	عاملة بمخبز	١٩٨٠ - ٢٣٩٠
عامل بمنجم	٢٩٧٠ - ٤٥٦٠		
عامل بالغابة	٢٨٦٠ - ٤٨٠٠		

ويلاحظ أنه كلما زاد تصنيع البلاد كلما انخفض استهلاك الفرد للطاقة

الكميات الموصى بها لتناول الطاقة يوميًا :

Recommended caloric daily Intakes :

وصفت هيئة الغذاء والتغذية بالولايات المتحدة الأمريكية الكميات الموصى لتناولها من الطاقة يوميًا (جدول ٦-١٠) حسبت من المقررات الغذائية (NRC- NAS ١٩٨٩) ويمكن تعديلها حسب الظروف.

فبالنسبة للبالغين يمكن إحداث تعديلات حسب نوع العمل وفترته كما هو موضح فى جدولى (٦-٦، ٦-٧) وبالنسبة لفئات الرضع والأطفال والمراهقين فإنه يوجد اختلافات كبيرة بين أفراد هذه الفئات فى الوزن، والطول، نوع النشاط الجسمى.. إلخ، وخصوصًا بين المراهقين ولذا فإنه يمكن عمل التعديلات حسب المعادلات التالية:

كالورى/ كجم= ١٠٠ - (٣× العمر بالسنوات)

وقد يحتاج الأفراد فى الدول النامية لكمية من الطاقة أكبر نظرًا لأنهم يقومون بأعمال يدوية وشديدة أكثر من زملائهم فى الدول المتقدمة.

جدول (٦- ١٠) الكميات الموصى بها من الطاقة الكلية يوميًا(*) حسب الجنس والعمر ومقاييس الجسم

الفئة العمرية	العمر بالسنوات	الوزن كجم	الطول سم	الاحتياج للطاقة كالورى/كجم	كالورى/ اليوم
الرضع	٠ - ٠,٥	٦	٦٠	١٠٨	٦٥٠
	٠,٥- ١	٩	٧١	٩٨	٨٥٠
أطفال	١- ٣	١٣	٩٠	١٠٢	١٣٠٠
	٤- ٦	٢٠	١١٢	٩٠	١٨٠٠
	٧- ١٠	٢٨	١٣٢	٧٠	٢٠٠٠
ذكور	١١- ١٤	٤٥	١٥٧	٥٥	٢٥٠٠
	١٥- ١٨	٦٦	١٧٦	٤٥	٣٠٠٠
	١٩- ٢٤	٧٢	١٧٧	٤٠	٢٩٠٠
	٢٥- ٥٠	٧٩	١٧٦	٣٧	٢٩٠٠
	٥١+	٧٧	١٧٣	٣٠	٢٣٠٠
أناث	١١- ١٤	٤٦	١٥٧	٤٧	٢٢٠٠
	١٥- ١٨	٥٥	١٦٣	٤٠	٢٢٠٠
	١٩- ٢٤	٥٨	١٦٤	٣٨	٢٢٠٠
	٢٥- ٥٠	٦٣	١٦٣	٣٦	٢٢٠٠
	٥١ +	٦٥	١٦٠	٣٠	١٩٠٠
الحمل	خلال الستة شهور الأخيرة				+ ٣٠٠
الرضاعة					+ ٥٠٠

العوامل التى تؤثر فى الاحتياج الكلى للطاقة

حجم الجسم ووزنه وتركيبه:

يتأثر استهلاك الفرد للطاقة بوزن الجسم وتركيبه، ويلاحظ أن الاحتياج للطاقة يقل كلما زادت نسبة الدهن فى الجسم، وعندما يكون تركيب الجسم طبيعيًا، فإن الجسم يحتاج للطاقة حسب وزن الجسم كما هو فى جدول (٦- ١٢)، كما وضعت منظمة الأغذية والزراعة معادلة حسابية تربط بين احتياج الجسم للطاقة ووزن الجسم:

(*) المصدر Ensminger (١٩٩٥).

للرجال: عدد السعرات= ٨١٥+ ٣٦,٦و

السيدات: عدد السعرات= ٥٨٠+ ٣١,١و

حيث و= وزن الجسم بالكيلو جرام.

العمر:

يقل احتياج الفرد للطاقة بتقدم العمر وذلك نظرًا لانخفاض معدل الميتابوليزم القاعدى وانخفاض نشاط الفرد وقلة مقدرته على أداء الأعمال.

ويزيد معدل احتياج الأطفال أثناء فترات النمو حيث يجب أن تكون الطاقة كافية للنمو والنشاط الجسمى.

المناخ:

يتأثر احتياج الفرد للطاقة بتنوع المناخ، وقد تغيرت التعديلات فى احتياج الفرد للطاقة حسب درجة الحرارة. وآخر التعديلات هى أن يراعى أن يزاد الاحتياج للطاقة بمعدل ٢-٥٪ فقط من الكميات الموصى بها عند انخفاض درجة الحرارة لمقابلة زيادة الاحتياج للقيام بالعمل. خصوصًا مع الملابس الثقيلة. ومن جهة أخرى فإنه عند الزيادة الكبيرة فى درجة الحرارة عن ٣٠°م يحتاج إلى زيادة فى الطاقة بمعدل ٠,٥/ درجة مئوية زيادة عن المعدل وذلك لمقابلة زيادة المجهود الذى يبذله القلب لخفض درجة حرارة الجسم فى هذا الجو الحار.

وقد كان المتبع هو خفض الاحتياجات من الطاقة فى الجو الدافىء أو الحار.

الحالة الصحية:

لابد أن تكون كمية الطاقة المتناولة كافية حتى لا يستخدم البروتين فى توليد الطاقة بل يوجه إلى عمليات الشفاء.

ويزاد الميتابوليزم القاعدى بمعدل ٧٪ لكل ارتفاع فى درجة حرارة الجسم يعادل ١° ف. وفى حالة الكسور فى العظام يزاد ١٠- ٣٠٪ من طاقة الراحة، وفى الجراحة تزاد إلى ١٠٪ من طاقة الميتابوليزم القاعدى.

نوع العمل وشدته:

يزيد استهلاك الفرد للطاقة كلما زادت شدة العمل وكما يظهر من شكل (٦-٧) أن الزمن اللازم لاستهلاك الطاقة يقل بزيادة شدة العمل.

Rate / hour Type of work	Calories	110-160 CALORIES/HOUR SEDENTARY MINUTES	170-240 CALORIES/HOUR LIGHT MINUTES	250-350 CALORIES/HOUR MODERATE MINUTES	350 OR MORE CALORIES/HOUR VIGOROUS MINUTES	350 OR MORE CALORIES/HOUR STRENUOUS MINUTES
2 8-INCH CELERY STALKS	15	10	7	5	4	3
2 MEDIUM GRAHAM CRACKERS	55	37	27	16	11	10
2 TBSP FRUIT-NUT SNACK	70	48	33	23	14	13
2 TBSP PEANUTS	105	72	50	33	24	23
1 CUP PLAIN LOW-FAT YOGURT	145	97	69	45	30	25
1 CUP SPLIT-PEA SOUP	195	133	90	58	40	33
1 CUP FRUIT FLAVORED YOGURT	225	153	105	68	47	37
½ CUP GRANOLA CEREAL WITH COCONUT	280	190	130	85	58	48
HAMBURGER (3 OZ ON BUN)	365	248	172	110	75	62
12 OZ CHOCOLATE MILKSHAKE	430	291	200	129	89	74

MINUTES OF ACTIVITY NEEDED TO "BURN-UP" FOOD CALORIES

شكل (٦ – ٧) الزمن لاستهلاك الطاقة حسب نوع العمل

الحمل:

يكون احتياج المرأة أثناء فترة الحمل بمعدل ٣٦ كالورى/ كجم ويمكن تحقيق ذلك بزيادة ٣٠٠ كالورى عن المعتاد يوميًا وذلك لتغطية احتياجات نمو الجنين.

الرضاعة:

إن إنتاج ٨٥٠- ٩٠٠ مل لبن فى الدم يحتاج إلى ٧٥٠- ٩٠٠ كالورى/ اليوم. والمعروف أن المرأة التى تتناول وجبات متوازنة كافية ذات قيمة تغذوية مرتفعة تكون قد كونت ٢- ٤ كجم دهن فى جسمها وهذه يمكن أن تكون مصدر لطاقة تكوين اللبن ولهذا يوصى بزيادة المتناول من الطاقة ٥٠٠ كالورى عن المتناول يوميًا.

النشاط العقلى:

إن احتياج الفرد للمجهود العقلى يمثل ٢٠حوالى ٪ من الاحتياج الكلى للطاقة (جدول ٦- ١١) رغم انخفاض وزن المخ، وهذا يفوق قليلاً احتياج العضلات الذى يمثل ١٨٪ من الاحتياج الكلى للطاقة وبالنسبة للرضيع فإن احتياج المخ من الطاقة يمثل ٤٤٪ من الاحتياج الكلى للطاقة.

جدول (٦- ١١) معدل الميتابوليزم لأعضاء الجسم(*)

العضو	شخص بالغ			طفل حديث الولادة		
	الوزن كجم	معدل الميتابوليزم/ اليوم كالورى	٪ الميتابوليزم الكلى للجسم	الوزن كجم	معدل الميتابوليزم/ اليوم كالورى	٪ الميتابوليزم الكلى للجسم
الكبد	١,٦	٤٨٢	٢٧	٠,١٤	٤٢	٢٠
المخ	١,٤	٣٣٨	١٩	٠,٣٥	٨٤	٤٤
القلب	٠,٣٢	١٢٢	٧	٠,٠٢	٨	٤
الكلى	٠,٩٢	١٨٧	١٠	٠,٠٢٤	١٥	٧
العضلات	٣٠,٠٠	٣٢٤	١٨	٠,٨	٩	٥
المجموع	٧٠,٠٠[1]	١٨٠٠		٣,٥[2]	١٩٧	

(*) WHO (١٩٨٥). ١- وزن الفرد. ٢- وزن الطفل

كما هو معروف أن الميتابوليزوم القاعدى يتوقف على الأنسجة النشطة بالجسم، ورغم أن الدهون تشكل حوالى ٦٠٪ من المخ وأن الأنسجة العضلية به أقل من ٥٪ إلا أن استهلاكه يمثل تقريبًا $\frac{1}{5}$ طاقة الميتابوليزم الكلى وذلك يتمثل فى التعلم وتشغيل المعلومات information processing لإنتاج التفكير بأنواعه المختلفةمن تفكير إبداعى، ناقد، تحليلى، تلازمى، تخيلى... إلخ بالإضافة إلى سيطرة المخ على جميع أعضاء الجسم وأنسجته ووظائفها واستجاباته لكل مؤثر داخلى وخارجى. وقد يزيد هذا الاحتياج إذا صحبه توتر عضلى شديد خصوصًا فى الأفراد عصبى المزاج.

حساب الطاقة الكلية للشخص:

تقدر الطاقة الكلية لفرد ما بحساب الميتابوليزم القاعدى له فى اليوم، ثم يطرح منه (٠,١ كالورى/ كجم من وزن جسمه/ ساعة نوم) ويضاف إليه ١٠٪ من الميتابوليزم القاعدى لتغطية التأثير الحرارى للغذاء مع حساب ما يبذله الفرد من الطاقة للنشاط (يمكن حساب ذلك من الجداول الخاصة).

مثال: لحساب الطاقة الكلية لفرد وزنه ٥٥كجم وينام ٨ ساعات وقيمة الميتابوليزم القاعدى ١٣٠٠كالورى ويبذل ٩٠٠ كالورى للنشاط العضلى.

الميتابوليزم القاعدى	= ١٣٠٠ كالورى
التصحيح نتيجة النوم= ٥٥× ٨× ٠,١	= ٤٤ كالورى
	١٢٥٦ كالورى
التأثير الحرارى للغذاء	= ١٣٠ كالورى
طاقة النشاط العضلى	= ٩٠٠ كالورى
الاحتياجى الكلى للطاقة	= ٢٢٨٦ كالورى

توازن الطاقة Energy Balace :

يحصل الفرد على ما يلزمه من الطاقة عن طريق الغذاء. فإذا كانت كمية الطاقة المكتسبة يوميًا أكثر من احتياجه، فإن الطاقة الزائدة تخزن فى الجسم فى صورة دهن فيزيد وزن الجسم، أما إذا كانت الطاقة المكتسبة تساوى الطاقة المفقودة فإن وزن الجسم يظل ثابتًا، وإذا كانت الطاقة المكتسبة أقل من احتياج الجسم اليومى فإن وزن- الجسم يقل نظرًا لاستهلاك جزء من الدهن المخزن فى جسمه لسد احتياجات

من الطاقة، ويكون التغير فى وزن الجسم بمعدل ١كم/ ١٠٠٠ كالورى عند زيادة أو نقص الطاقة المتناولة بالنسبة لحاجة الجسم.

وللحفاظ على توازن الطاقة يجب على الفرد أن يقوم بالعمل المناسب حتى يتمكن من استهلاك الطاقة الزائدة نتيجة قيامه بهذا النشاط ويمكن استخدام بيانات شكل (٦- ٧) كأسس للتعرف على الزمن الذى يستهلكه الفرد عند قيامه بأى نشاط حسب نوع العمل.

وعند تصميم الوجبات يجب أن يراعى الفرد أن يختار الأغذية المفضلة له على أن تحتوى على كميات مناسبة من الطاقة حسب العوامل سابقة الذكر لتجنب استهلاك كميات تزيد أو تقل كثيرًا عند احتياجاته والتى قد تعرض الفرد للحالات المرضية المختلفة كما سيأتى ذكره.

ولتقدير محتوى الوجبة من الطاقة يمكن استخدام جداول تحليل الأغذية ويفضل الجداول المحلية وعادة يظهر فى بعض الجداول محتوى الغذاء من عناصر البروتين والدهن والطاقة الكلية. وبضرب محتوى كل من البروتين والدهن فى معاملات التحويل وهى على التوالى ٤، ٩ (كما سبق) نحصل على الطاقة المستمدة من كل عنصر والفرق بين مجموع الطاقة لهما والمحتوى الكلى للغذاء نحصل على الطاقة المستمدة من الكربوهيدرات.

استخدامات الطاقة:

يتضمن استخدامات الطاقة فى جسم الإنسان سلسلة من التفاعلات الكيمائية المرتبطة التى تنتقل فيها الطاقة من مركب لآخر مع تسرب جزء من الحرارة فى أماكن مختلفة من السلسلة، ولهذا فإن ميتابوليزم الطاقة ينتهى بإنتاج ثانى أكسيد الكربون وماء وطاقة كيمائية فى صورة مركبات عضوية فوسفاتية وحرارة، كما تنتج يوريا نتيجة ميتابوليزم البروتين. ويلاحظ أن أكثر من نصف الطاقة المنتجة من الميتابوليزم تكون فى صورة حرارة تستخدم فى المحافظة على درجة حرارة الإنسان عند ٣٧°م، ومعظم الباقى يخزن فى المركبات الفوسفاتية أهمها ATP ولهذا فإن عمليات توليد الطاقة التى تتم فى ميتوكوندريا الخلايا تمد الجسم بالطاقة اللازمة للعمل والنشاط.

حفظ درجة حرارة الجسم maintenance of body temperature :

عندما تكون درجة الحرارة مناسبة فإن الحرارة المنبعثة نتيجة قيام الجسم بوظائفه تكون مناسبة لحفظ درجة حرارة الجسم.

وعند استخدام الجسم لصور الطاقة فإنه يعمل للتكيف حتى يتمكن من مواجهة ظروف مضادة. وهذا يؤدى إلى تحويل جزء من الطاقة إلى حرارة. كما أن جزء من الحرارة يتسرب من سلسلة التفاعلات الكيميائية التى تنتج ATP كما سبق.

ولكن عند تغير درجة حرارة الجو صعودًا أو هبوطًا فإن الجسم يحتفظ بدرجة حرارته عند ٣٧°م (٣٦,٥- ٣٧,٥°) لتتمكن خلاياه من أن تؤدى أعمالها صيفًا وشتاءًا بنفس السرعة، وينظم حرارة الجسم فى الإنسان مركز عصبى أسفل المخ هو: هيبوثالاميس Hypothalamus الذى يتأثر بأقل تغير فى درجة حرارة الدم الذى يغذيه كما يتأثر بإشارات عصبية تصل إليه من أعضاء حساسة موجودة بالجلد، نتيجة لتأثير هذه الإشارات يوازن المركز العصبى بين كمية الحرارة التى يولدها الجسم نتيجة أكسدة المواد الغذائية وبين كمية الحرارة التى يفقدها الجسم وبذلك تبقى درجة حرارة الجسم ثابتة.

ويحتفظ الجسم بدرجة الحرارة بواسطة طرق كيمائية وطبيعية، وتتضمن الطرق الكيمائية التفاعلات التى تؤدى إلى إنطلاق الحرارة داخل الخلايا أثناء ميتابوليزم المواد الغذائية، أما الطرق الطبيعية فتتضمن حفظ هذه الحرارة (عن طريق الفقد والزيادة) لحفظ التوازن الحرارى مناسبًا.

١- توليد الحرارة:

إذا انخفضت درجة حرارة الجو عن ٢٠°م فإن الفرق بين حرارة الجو وبين الدرجة التى يكون عليها سطح الجلد يكون كبيرًا، فيفقد الجسم حرارة، ولذا تزيد سرعة التفاعلات الكيمائية التى تؤدى إلى إنطلاق الحرارة داخل الخلايا أثناء ميتابوليزم المواد الغذائية، حتى تزيد الحرارة المتولدة من الجسم لتعوض الحرارة التى فقدها الجسم نتيجة لإنخفاض درجة الجو، لأنه إذا زاد انخفاض درجة حرارة الجو واستمر لمدة طويلة فإنه يعرض الإنسان لخطر صحى قد يؤدى إلى شلل فى بعض المراكز العصبية بالمخ، مما يؤدى إلى مواجهة صعوبة فى التنفس ونقص فى ضغط الدم وغيبوبة ويلزم للفرد أن

يستخدم وسائل تدفئة صناعية كما أن الجسم يقوم بزيادة إفراز الهرمونات مثل الابنفرين ونورانفرين لإسراع الميتابوليزم مما يؤدى إلى زيادة الحرارة المتولدة مع نقص فى نسبة تكوين ATP وكذلك فإن الغدة الدرقية تزيد من إفرازتها للمساعدة فى سرعة الميتابوليزم وتقوم العضلات بزيادة نشاطها بحركات لا إرادية تساعد على زيادة الحرارة فى الجسم.

فقد الحرارة:

وبالعكس إذا زادت درجة الحرارة فى الجو عن ٢٠°م، فإن الجسم يقوم بمحاولة المحافظة على درجة حرارة ثابتة، فإذا زادت الحرارة فى الجو بدرجة لا يستطيع معها الجسم مواجهة هذه الزيادة لأنها تؤدى إلى زيادة سرعة الميتابوليزم مما يرفع درجة حرارة الجسم وقد تصل فوق ٤٠°م مما يؤدى الأمر إلى وفاة الفرد، ولذا فإن الجسم يواجه ارتفاع درجة الحرارة، فيقوم الجلد بمحاولة فقد الحرارة إلى الجو بطرق متعددة ومختلفة، وذلك بالإشعاع أو التوصيل أو الحمل، وقد يكون التبخير من الشعيرات والأنسجة تحت الجلد ومن الرئتين، وقد يكون إفراز العرق وعمليات الإخراج من بول وبراز، كل هذا يؤدى إلى فقد فى الحرارة.

ويقوم الجسم عن طريق المركز العصبى بدور كبير فى تنظيم درجة حرارة الجسم بالرغم من ارتفاع درجة حرارة الجو، مما يؤدى إلى اتساع الشرايين ومرور كميات أكبر من الدم حتى يتخلص الجلد من الحرارة الزائدة، كما أن الهيبوثالايس يدفع الغدد العرقية على زيادة إفراز العرق مما يؤدى إلى فقد الحرارة.

آثار نقص أو زيادة الطاقة:

يؤدى نقص أو زيادة الطاقة إلى ضعف الجسم وزيادة تعرض الفرد للمرض نتيجة نقص أو زيادة التغذية. وقد أظهرت الدراسات (Keys ١٩٨٠) حول العالم أن أقل نسبة وفيات تكون بين فئة ذوى الوزن المتوسط ولكن تزيد بين من يعانون نقص أو زيادة الوزن.

ويؤدى نقص الطاقة **Caloric deficiency** :

* فشل نمو وتطور الرضيع والطفل والمراهق لأن الطاقة لازمة للتمثيل الأمثل للبروتين وللنمو والتطور الجنسى ونقص الطاقة يؤدى إلى وتأخيرهما أثناء فترة المراهقة ويؤدى النقص الشديد إلى القزمية **Stunt**.

* زيادة شعور الفرد بالبرد نظرًا لعدم كفاية طبقة الدهن تحت الجلد التى تحفظ حرارة الجسم، كما أن القدرة على توليد الطاقة تقل.
* زيادة التعرض للعدوى نظرًا لانخفاض المناعة مع شدة ظهور الأعراض ولمدة طويلة نظرًا لقلة المخزون من الطاقة اللازمة لصيانة الجسم.
* انخفاض القدرة على النشاط العضلى مع عبوث الطفل وسرعة إثارته وعدم رغبته فى العمل نتيجة لأن نقص التغذية يؤدى إلى عدم توازن إفراز الهرمونات اللازمة للحيوية والنشاط.

أما بالنسبة للزيادة فى الطاقة المتناولة فإنه يؤدى إلى تراكم الدهون التى تعمل على ارتفاع الوزن والبدانة وما يترتب على ذلك من زيادة التعرض للإصابة بأمراض القلب، الكلى، السكر، تكوين حصوة، النقرس، سرعة الشعور بالتعب بعد أى مجهود خصوصًا عند ارتفاع درجة حرارة الجو.

الباب السابع

الفيتامينات

The Vitamins

الفيتامينات(*)

The Vitamins

مقدمة :

كان اكتشاف الفيتامينات حدثًا هامًا فى التغذية، فبالرغم من وجودها بكميات صغيرة، إلا أنها تؤدى وظائف هامة فى الجسم، بل إنها تعتبر أساسية بالنسبة للجسم.

وقد اكتشفت الفيتامينات حينما كانت تجرى بحوث لمعالجة بعض الأمراض التى تصيب الإنسان وتعوقه عن العمل، مثل مرض الإسقربوط **Scurvy**، ففى سنة ١٧٤٧ تم التوصل لعلاج البحارة الإنجليز من هذا المرض حين تعاطوا عصير الليمون والبرتقال، كما أمكن سنة ١٨٨٤ علاج البحارة اليابانيين -الذين كانوا يعتمدون فى غذائهم على الأرز المبيض- من مرض البرى برى بتعاطيهم الخضروات واللحم والسمك، ولكن تقدم هذه الدراسات كان بطيئًا، فمثلاً لم يتم التأكد أن مرض الإسقربوط ينتج عن سوء التغذية إلا بعد مرور ١٥٠ سنة، وأن مرض البرى برى هو أيضًا من أمراض سوء التغذية إلا سنة ١٩٠٠.

أى أن القول بأن «سوء التغذية مسئول عن هذا المرض» كان مفهومًا جديدًا... وكان الاتجاه الجديد الآخر فى التغذية هو استعمال حيوانات التجارب فى التغذية المعملية لدراسة أثر سوء التغذية، وكانت التجارب مقننة ودقيقة حتى إنها أعطت دليلاً على أن بعض الأمراض تنتج بسبب نقص بعض العناصر الغذائية.

وفى بعض تجارب الحيوانات كان يعطى الحيوانات وجبات نقية **purified diets** من عناصر غذائية تم تحضيرها كيميائيًا من البروتين النقى (مثل الكازين والألبيومين) ومن الكربوهيدرات النقية (مثل الدكسترين) ومن الدهن النقى والمواد المعدنية، كان استعمال هذه الوجبات النقية هو أساس التجربة، وذلك لأنه إذا أعطيت الحيوانات أغذية عادية، فقد يكون هناك احتمال أن تلك الأغذية قد تمد الحيوانات بعناصر أخرى غير معروفة... وقد ظهرت أن الحيوانات الصغيرة التى أعطيت هذه الوجبات النقية غير قادرة على النمو، وأن الحيوانات الكبيرة قد أصبحت غير قادرة

(*) إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠)، إيزيس نوار وآخرون (٢٠٠٠).

على صيانة جسمها... وكان Jean Dumas (١٨٠٠ - ١٨٨٤) هو أول من ذكر أن الوجبة المكونة من بروتين وكربوهيدرات ودهن وأملاح تعتبر وجبة غير كاملة، وذلك بعد أن قام بتجارب على مواطنين فرنسيين، ففى أثناء حصار الألمان لفرنسا فى الحروب السبعينية (١٨٧٠/ ١٨٧١) كان الطعام قليلاً، كان اللبن الذى يقدم للأطفال غير موجود، وقد حاول العلماء تصنيع اللبن من البروتين والدهن والكربوهيدرات والأملاح، ولكنه كان غذاءً ضارًا بالأطفال، مما دعا Dumas إلى الوصول إلى الفكرة سابقة الذكر.

ثم أجرى Pekelharing سنة ١٩٠٥ تجارب على فيران، وذلك حين قدم لبعض الفئران النامية غذاءا مكونًا من كازين وألبيومين للبيض، ومسحوق أرز ولحم خنزير وأملاح، ولكن الفئران لم تعش إلا أربع أسابيع فقط. وحين قام بإضافة اللبن، استمرت الفئران فى حالة صحية جيدة.

وذكر Hopkins الإنجليزى سنة ١٩٠٦ بعد إجراء تجاربه على الحيوانات أنه لا يمكن للحيوان أن يعيش إذا تغذى على مخلوط مكون من بروتين وكربوهيدرات وأملاح معدنية، كما ذكر McCollum سنة ١٩٠٧ أن الفئران التى تغذت على المخلوط سابق الذكر لم تعش لأنها رفضت تناول الغذاء لأن طعمه غير مقبول.

وقد توصل Davis, McCollum أن إضافة لبن أو دهن صفار البيض كان ضروريًا لاستمرار حياة الحيوانات، كما وجد Mendel, Osborne أن زيت كبد الحوت كان لازمًا لحياة الحيونات... وقد أدت هذه التجارب إلى اكتشاف أول فيتامين، وأعطى اسم فيتامين (A) القابل للذوبان فى الدهن، وكان يظن أن فيتامين (A) هو الواجب إضافته إلى الوجبات، ولكن بعد مرور عامين من اكتشاف فيتامين (A) توصل العلماء إلى وجود عامل آخر بجانب فيتامين (A) لازم لمعيشة الحيوانات، وهذا العامل الآخر قابل للذوبان فى الماء، ثم توصل العلماء بعد ذلك إلى معرفة باقى الفيتامينات التى تذوب فى الدهن، وتلك التى تذوب فى الماء. والجدول (٧-١) يوضح ترتيب اكتشاف أو عزل الفيتامينات من سنة إلى أخرى.

أما لماذا أطلق اسم فيتامين على هذه العوامل، فذلك لأن الشق الأول vita معناه الضرورى للحياة، وأما الشق الثانى amine فهو إشارة للتركيب الكيميائى، وقد

استعمل هذا الاسم سنة ١٩١٩، ولكن ظهر بعد ذلك أن بعض الفيتامينات لا تحتوى على هذا التركيب الكيميائى (amine)، ولهذا فقد حذف الحرف الأخير(e) لمنع أى تعقيدات، وقد أعطيت الفيتامينات حروفًا لتمييزها عن بعضها... وبعد عزلها ومعرفة تركيبها أعطيت أسماء مختلفة.

وعمومًا، يمكن تعريف الفيتامينات بأنها مواد عضوية، لا يتولد عند احتراقها طاقة، ذات وزن جزيئى منخفض، توجد فى الأغذية بكميات صغيرة أو بتركيزات منخفضة، ويحتاجها الجسم أيضًا بكميات صغيرة للقيام بوظائفه وأنشطته الحيوية. ويقوم كل فيتامين بأداء وظيفة خاصة، فأى فيتامين لا يحل محل آخر، ولا يستطيع الجسم تخليقها، ولذا لابد من وجودها فى الغذاء.

جدول (٧-١) ترتيب اكتشاف وعزل الفيتامينات

السنة	اكتشاف أو عزل	تأليف أو تركيب
١٩٢٥	فيتامين (D) بالإشعاع	
١٩٢٦	فيتامين (B_1)	
١٩٢٨	اينوسيتول	
١٩٣١	فيتامين (A)	
١٩٣٢	فيتامين (C)	
١٩٣٣	ريبو فلافين	فيتامين (C)
	حامض بانتوثينيك	
١٩٣٥	بيوتين	ريبوفلافين
	العامل المضاد فى زلال البيض	فيتامين (D)
١٩٣٦	فيتامين (E)	ثيامين Thiamin
١٩٣٧		فيتامين (A) ألفاتوكوفيرول
١٩٣٨	حامض نيكوتنيك وعرف العامل المانع للبلاجرا، بيرودكسين	
١٩٣٩	فيتامين (K)	فيتامين (K)
		بيرودكسين
١٩٤٠	حامض بارا آمينو بنزويك	حامض بنتوثنتك
١٩٤٢		تركيب بيوتين
١٩٤٥	حامض فوليك	حامض فوليك
١٩٤٨	فيتامين B_{12}	حامض فولينيك
١٩٥٥-١٩٥٦		تركيب فيتامين B_{12}

ولكن يستطيع الجسم تخليق بعض الفيتامينت داخله، مثل فيتامين D حيث أن مولده يوجد فى طبقة الدهن تحت الجلد. وبعض فيتامينات المجموعة B والتى تخلق بواسطة بكتريا الأمعاء intestinal tract bacterial، وبعض الفيتامينات يمكن تخليقها بتوافر مواد أخرى مثل فيتامين niacin, choline, A، وباقى الفيتامينات لا تخلّق فى الجسم ويجب تناولها مع الوجبات الغذائية.

تسمية الفيتامينات وتقسيمها Nomenclature and classification :

لا يوجد اتفاق تام على تسمية الفيتامينات، ولكن الاتجاه الحديث هو استخدام الاسم الكيمائى، وخصوصًا بالنسبة لمجموعة فيتامينات B.

وتنقسم الفيتامينات إلى قسمين رئيسين وفق القابلية للذوبان: القسم الأول: ويشمل فيتامينات تذوب في الدهن، والقسم الثانى: ويشمل مجموعة الفيتامينات التى تذوب فى الماء، ولكن حديثًا ذكر Ensiminger وآخرون (١٩٩٥) أن الفيتامينات تنقسم إلى ثلاثة أقسام، كما يلى :

١- فيتامينات تذوب فى الدهن وأخرى تذوب فى الماء.

٢- مجموعة فيتامينات "ب المركب" B complex وهى تذوب أيضًا فى الماء.

٣- مشابهات الفيتامينات vitaminlike substances أو vitamers.

إن دور الفيتامينات بالنسبة لجسم الإنسان متعلق إلى ظاهرة الذوبان. فالفيتامينات إما تذوب فى الدهن أو الماء. وعلى هذا الأساس تصنف الفيتامينات كما فى جدول (٧-٢). وتجدر الإشارة إلى أن فيتامين C هو الفيتامين الوحيد الذى يذوب فى الماء وليس من ضمن مجموعة فيتامينات B.

جدول (٧-٢) مجموعات الفيتامينات

الفيتامينات التى تذوب فى الماء				الفيتامينات التى تذوب فى الدهن		
1	Biotin	بيوتين	١	Vitamin A	فيتامين أ	١
2	Choline	كولين	٢	Vitamin D	فيتامين د	٢
3	Folacin (Folic acid)	الفولاسين (حامض الفوليك)	٣	Vitamin E	فيتامين ئى	٣
4	niacin (B_3) (nicotinice acid) (nicotin amide)	نياسين ب٣ (حامض النيكوتيك) (أميد النيكوتين)	٤	Vitamin K	فيتامين ك	٤
5	Pantothenic acid (B_5)	حامض بنتوثنيك (ب٥)	٥			
6	Thiamin (B_1)	ثيامين (ب١)	٦			
7	Riboflavin(B_2)	ريبوفلافين (ب٢)	٧			
8	Pyridoxine (B_6) Pyridoxal Pyridoxamine	بيرودكسين (ب٦) بيرودكسال بيرودكسامين	٨			
9	Cobalamine (B_{12})	كوبالامين (ب١٢)	٩			
10	Ascorbic acid (C) Dehydroascorbic acid	حامض الاسكوربيك (جـ) حامض الاسكوربيك اللاأيدروجينى	١٠			

ومن مشابهات الفيتامينات vitaminlike substances :

١- البيوفلافينويدات	1- Bioflaviminoids
٢- كارنتين فيتامين (B-T)	2- Carnitine vitamin (B-T)
٣- مرافق الإنزيم Q (يوبيكوينون)	3- Coenzyme Q (Ubiquinone)
٤- إينوسيتول	4- Ionsitol
٥- حامض ليبويك	5- Lipoic acid
٦- حامض بنجاميك ($B_{15}^{فيتامين}$)	6- Pangamic acid ($B_{15}^{vitamin}$)
٧- حامض بارا أمينوبنزويك	7- Paraaminobenzoic acid (PABA)
٨- حامض أوروتيك (فيتامين B_{13})	8- Orotic acid (viatmin B_{13})
٩- لتريل (فيتامين B17) أميجدالين، نتريلوسيد	9- Laetrile (vitamin B17) amygdalin, nitrilosides
١٠- فيتامين U	10- S-Methylmethionine

خصائص عامة للفيتامينات :

- التركيب الكيماوى Chemical Composition :

تحتوى الفيتامينـات القابلـة للذوبـان فـى الدهـن عنـاصر O, H, C بينمـا الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء (مجموعة B) تحتوى علـى العنـاصر الثلاثـة السـابقة بالإضافة إلى عنصر N وقد يحتوى بعض أفرادها على S.

- وجودها :

تتكون الفيتامينات عادة فى الأنسجة النباتية باستثناء فيتامين C وD فإنه توجد فى الأنسجة الحيوانية إذا كان غذاء الحيوان يحتـوى علـى هـذه الفيتامينـات أو تتكـون بواسطة بعض الكائنات الدقيقة. وتوجد الفيتامينات الذائبة فى الدهن فى النباتات فى صورة مولد الفيتـامين provitamin التـى يمكـن لجسـم الحيـوان تحويلهـا إلى الفيتـامين المقابل. ولكن للآن لم يعرف مولدات للفيتامينات الذابة فى الماء. وبصفة عامة، فـإن مجموعة فيتامين B واسعة الانتشار فى جميع الأنسجة الحيـة، بينمـا الفيتامينـات القابلـة للذوبان فى الدهن فقد لا توجد فى بعض الأنسجة.

- الامتصاص :

تمتص الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن من القناة الهضمية فى وجود الدهن. فأى عامل يزيد من امتصاص الدهن مثل صغر حجم حبيبات الدهن أو وجود الصفراء bile من شأنه أن يزيد من امتصاص هذه الفيتامينات. أما امتصاص الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء، فهو عملية أسهل؛ لأنه يوجد امتصاص باستمرار للماء وما به من الأمعاء إلى الدم.

- التخزين Storage :

يمكن أن تخزن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن: فى كميات لا بأس بها وبكمية أكبر من تلك للفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء ويمكن تخزين أى فيتامين قابل للذوبان فى الدهن فى أى مكان يوجد به تخزين للدهن. وكلما زاد المتناوَل من هذه الفيتامينات كلما زادت الكمية المختزنة. بعكس الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء فإنها تخزن بكمية أقل، ويمكن أن تخرج مع سوائل الجسم، ولذا لابد من تناولها يوميًا وباستمرار. هذه الكميات المختزنة يمكن أن يستخدمها الجسم فى حالة عدم تناول الفيتامينات، ولذا فإن غياب هذه الفيتامينات أو نقصها فى الوجبة الغذائية لا ينتج عنه ظهور الأعراض بسرعة.

- الإخراج Excretion :

تخرج الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن غالبًا فى طريق البراز بواسطة الصفراء. بينما تخرج الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء عن طريق البول غالبًا، وقد يخرج جزء بسيط منها عن طريق البراز. وطريقة الإخراج هذه تعكس الفرق فى القابلية للذوبان.

- الوظائف Function :

يحتاج الجسم للفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن فى ميتابوليزم المركبات المختلفة، وكل فيتامين غالبًا ما يكون له أكثر من دور. أما الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء فإنها بصفة عامة تقوم بنقل وتوليد الطاقة.

- أعراض النقص Deficiency Symptoms :

إن نقص واحد أو أكثر من الفيتامينات قد يؤدى إلى فشل النمو growth failure أو الإنجاب، أو ظهور بعض الأعراض الخاصة بكل فيتامين -وفى الحالات

الشديدة النقص فإنها تؤدى إلى الوفاة. إن علامات نقص الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن تكون متعلقة بوظيفة الفيتامين، أى متخصصة، فمثلاً فيتامين D لازم لميتابوليزم الكالسيوم، فأى نقص فى فيتامين D يؤدى إلى تغير فى العظام. أما أعراض نقص الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء فهى غير متخصصة، ومن الصعب ربط هذه الأعراض بفيتامين معين. ومعظم أعراض نقص مجموعة فيتامين B تظهر فى الجلد dermatitis أو الشعر rough hair وضعف النمو poor growth. إن نقص بعض هذه الفيتامينات يؤدى إلى غياب صبغة الشعر، فى حين نقص بعضها يؤدى إلى ظهور أنيميا.

إن نقص الفيتامينات بصفة عامة أكثر خطورة من نقص كمية الغذاء، ومع ذلك فإن الجوع أكثر انتشارًا فى العالم من نقص الفيتامينات.

ـ العلاقات المتبادلة بين الفيتامينات Interaction of Vitamins :

يقوم كل فيتامين أو مرافق إنزيم للفيتامين بتنظيم مجموعة من التفاعلات الحيوية فى الجسم ويتم ذلك إما بنقل مجموعة فعالة أو بتنظيم تركيزات معينة فى الخلية... إلا أن بعض الفيتامينات تتداخل معًا أثناء الميتابوليزم منتجة تأثيرات معينة خاصة بالفيتامين ويتم ذلك فى ثلاثة أنماط تتمثل فى: تأثير فيتامين فى هدم فيتامين آخر، تنظيم صورة تكوين مرافق إنزيم لتزيد فعالته، أو اشتراك مجموعة من الفيتامينات فى تفاعل واحد.

ويتمثل النمط الأول فى قيام فيتامين E بحماية فيتامين A ومنع أكسدته، وأيضًا مثل زيادة الريبوفلافين تسرع من هدم النياسين أو البيرودكسال مما يؤدى إلى نقصهم... أما النمط الثانى فيتمثل فى نواحى كثيرة منها أن مرافقات إنزيمات الريبوفلافين تساعد فى تحويل البيرودكسال فوسفات إلى بيرودكسين وبذا يقوم بوظائفه. كما يقوم B_{12} وفيتامين C بتسهيل تكوين مرافق إنزيم حامض الفوليك ليتمكن من أداء وظائفه...

أما النمط الثالث فيتمثل فى اشتراك فيتامين A مع الريبوفلافين والبرودكسين والنياسين فى إنتاج صبغة rhodospin فى العين. أو اشتراك فيتامين B_{12} وحامض الفوليك وفيتامين C وB_6 فى التفاعلات الحيوية المؤدية إلى تكاثر خلايا الدم وتنظيمها.

كمـا يوجـد أيضًـا اكتمـال وظـائف الفيتامينـات مـع المعـادن حيـث يشـير Schoenthaler وBier (٢٠٠٠) أن تنـاول الفيتامينـات مـع المعـادن أدى إلى تهذيـب سلوك أطفال المدارس وتقليل العنف وزيادة التعاون الاجتماعي.

أسباب نقص الفيتامينات Causes of Vitamins Deficiency :

يمكن حصر الأسباب التى تؤدى إلى إحداث نقص فى كمية الفيتامينات التـى يحصل عليه الفرد فى النقاط التالية :

١- قلة كمية الغذاء المتحصل عليها، وقد يكون ذلك راجعًا لأحـد الأسباب التاليـة: قلة إنتاج الغذاء - الفقر - الجهل - عادات غذائية - فقد الشـهية - أمـراض فـى الأسنان.

٢-حدوث فقد للفيتامين أثناء تخزين وتسويق وإعداد وتصنيع الأغذية.

٣-خلـل فـى الامتصـاص بسـبب أمـراض الجهـاز الهضمـى، الطفيليـات، أمـراض الشيخوخة.

٤- زيادة الاحتياج من الفيتامينات فى فترات معينة فى حياة الفـرد مثـل: أثنـاء النمـو السريع وزيادة النشاط الفسيولوجى وأثناء الحمل والرضاعة.

٥- زيادة الفقد بسبب زيادة إفراز العرق (فى الأيام الحارة) والذى يحمل معه كميات من الفيتامينات أو أثناء الرضاعة.

متى تظهر أعراض نقص الفيتامين ؟

عادة لا تظهر أعراض نقص الفيتامين خلال الأيام الأولى من حدوث النقص، وذلك لأن الفرد يستنفذ المخزون عنده depletion، ثم يلى ذلـك تغير فـى العمليـات الحيوية بالخلايا، وعندها تظهـر أعـراض مرضيـة قـد تكـون فقـد الشـهية، أو الشـعور بالتعب عند أى مجهود، أو نقص الوزن، أو سرعة الإثـارة... وغيرهـا مـن الأعـراض. وهذا يستمر لفترة طويلة من واحد إلى عدة شهور تختلف باختلاف الفيتامينات.

وهنـا يجـب أن يعـالج النقـص قبـل حـدوث أى خلـل بيوكيمـائى فـى الخليـة cellular biochemical abnormality.

الأثر السام toxicity :

إن التسمم الناتج من زيادة الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن أكـثر بكثـير من تلك القابلة للذوبان فى الماء، وخصوصًا فيتامينات D, A.

مشابهات الفيتامينات Vitaminlike Substances (Vitamers) :

وهى المواد التى تشابه الفيتامينات فى تركيبها إلا أنها ليست فيتامينات، وفى بعض الأحيان تضم إلى مجموع فيتامينات B ... ودائمًا عندما يكتب عنها فى أى مصدر تغذية أو نشرة دواء يشار إليها وأنه لم يثبت بعد أهميتها للإنسان. إن احتياج الإنسان لها أو دورها البيولوجى يحتاج إلى توضيح. بعض الأدوار متداخلة ومحيرة ومتناقضة، ولكن غالبًا ما يذكرونها فى مصادر التغذية المكتوبة لسببين رئيسيين:

١- للتاريخ وللإعلام عنها. ٢- لإجراء المزيد من الدراسات والبحوث الخاصة بها.

الثبات Stability :

يلاحظ بصفة عامة أن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون أكثر ثباتًا أثناء معاملة الأغذية بمعاملات الطهى المختلفة عن الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء، حيث أن الأخيرة تهدم بدرجات الحرارة العالية، علاوة على ذوبانها فى ماء الطهى. ويوضح جدول (٧-٣) أثر الطهى على بعض الفيتامينات.

جدول (٧-٣) مدى ثبات الفيتامينات أثناء إعداد الأغذية(*)

الفيتامينات	القابلية للذوبان				درجة الحساسية لـ		
	فى الماء	فى الدهن	الحموضة	القلوية	الحرارة	الضوء	الأكسدة
A		*					*
D		*					
E		*		*			
K		*	*	*		*	
ثيامين	*			*		*	*
ريبوفلافين	*					*	*
نياسين						*	*
B_6	*			*			*
حامض البنتوتنيك	*		*	*	*		
بيوتين	*						
فولاسين	*				*		*
B_{12}	*			*			
حامض الاسكوربيك	*			*	*	*	*

(*) إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠).

تقدير الفيتامينات فى الغذاء Determination of Vitamins in Food :

يمكن تقدير الفيتامينات فى الغذاء إما بيولوجيًا أو ميكروبيولوجيًا أو كيميائيًا أو فيزيقيًا.

١ـ التقدير البيولوجى Biological assay (Animal) أو Bioassay :

يمكن أن يقدر الفيتامين فى الغذاء عن طريق النمو أو إزالة أعراض النقص إذا ما أعطيت الجرعة dose إلى حيوانات التجارب، وهى غالبًا الفئران mice, rats خنازير جينيا guinea pigs أو الكتاكيت chicks ...إلخ، ولازالت تستخدم هذه الطرق لبعض الفيتامينات مثل E, D, A.

وهذه الطرق تحتاج إلى وقت طويل وشاقة ومكلفة، وتحتاج إلى عدد كبير من الحيوانات، وكمية كبيرة من العينات التى تعطى للحيوانات حتى يمكن الحصول على نتائج دقيقة. وتختلف النتائج باختلاف سن الحيوان وجنسه ذكر أو أنثى، ووزنه. كما أن النتائج لا يمكن تعميمها بين أنواع الحيوانات المختلفة. إلا أنها لازمة للتعرف أن الفيتامين له أهمية بالنسبة للكائن الحى وعلى أساسها يمكن تصميم التجارب الأخرى.

٢ـ التقدير الميكروبيولوجى Microbiological Assay :

وفيها تستخدم الكائنات الدقيقة على أساس اختيار الكائن الذى يلزمه هذا الفيتامين فى غذائه ولا يمكن تكوينه داخل جسمه، وفى هذه الحالة فإن إضافة الفيتامين فى الغذاء يسبب نموًا يعكس كمية الفيتامين.

هذه الطريقة تحتاج لوقت أقل من سابقتها، ولكن يلزمها استخلاص الفيتامين من الغذاء قبل استخدام فى التجربة.

٣ـ التقدير الكيميائى Chemical Assay :

ويستخدم لتحليل الغذاء طرق صعبة معقدة متقدمة، ويقدر الفيتامين بالوزن إما بالمليجرام (ملجم) أو ميكروجرام، وهى طرق سريعة وتحتاج إلى خبرة وتأهيل خاص لاستخدام الأجهزة، ولابد من مقارنة نتائجها بالنتائج المتحصل عليها من التقدير البيولوجى.

٤ ـ التقدير الفيزيقى Physical Assay :

يمكن تقدير الفيتامين بإحدى الطرق الفيزيقية مثل قياس ,chromatography absorption spectra أو turbidity, fluorescence...إلخ

٥ ـ التقدير على الإنسان Human Assay :

يمكن استخدام الإنسان فى إجراء هذه التقديرات، ولكن هذه الطرق مكلفة وأصعب من سابقتها فى التحكم فى المتغيرات البحثية، ولابد من التأكد من عدم إضرارها بالإنسان ومراعاة حقوق الإنسان. وفيها يستخدم :

١- placebo كعينة ضابطة control وهى حبوب تُعطَى للإنسان على أنها تحتوى على مادة تجريبية، ولكنها لا تحتوى على أى مادة فعّالة مثل السكر.

٢- ولا يستخدم فيها الفرد القائم بتصميم التجربة أو تنفيذها.

العوامل التى تؤثر فى تمثيل الفيتامينات :

Factors Affecting Vitamins Utilization :

١ـ إتاحة الفيتامينات Availability :

ليس كل الفيتامينات الموجودة بالغذاء فى صورة يسهل امتصاصها، فمثلاً :

أ – النياسين فى معظم الحبوب يكون فى صورة معقدة مع البروتين، ولا يمكن امتصاصها إلا إذا عومل الغذاء بمادة قوية لاستخلاص الفيتامين من هذه الصورة، ويصبح متاحًا.

ب- الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون لا تمتص إذا كان هناك أى اضطراب فى ميتابوليزم الدهون.

جـ- فيتامين B_{12} يحتاج لامتصاصه وجود العامل الداخلى intrinsic factors فى المعدة.

٢ـ مضادات الفيتامينات Antivitamins (Pseudovitamins) :

وهذه المضادات عبارة عن مواد موجودة طبيعيًا فى الغذاء لا تقوم بدور الفيتامين ولو أنها تشابه الفيتامين فى التركيب الكيميائى، ونتيجة لذلك قد تسبب نقصًا فى الفيتامين deficiency وذلك لأن الجسم لا يمكنه التمييز بينها وبين الفيتامين، كما أنها توجد فى بعض المركبات اللازمة للجسم.

٣ ـ مولدات الفيتامين Provitamins :

وهى مركبات لا تعتبر فيتامينات ولكن يمكن للجسم تحويلها إلى الفيتامين المقابل مثل :

أ - بتا كاروتين beta-carotene، وتتحول فى جدار المعدة إلى فيتامين A.

ب- 7- dehydrocholestrol فى طبقة الدهن تحت الجلد الذى يتحول إلى D_2 بواسطة الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet فى ضوء اشمس.

جـ- إرجوستيرول ergosterol فى أنسجة النبات الذى يتحول إلى فيتامين D_3 بواسطة الأشعة البنفسجية فى ضوء الشمس.

د- الحامض الأمينى تربتوفان tryptophan الذى يتحول إلى نياسين فى الجسم، وحيث أن كل ٦٠ ملجرام من التربتوفان تتحول إلى ١ ملجم من النياسين، لذا فهو مصدر غير اقتصادى بالنسبة للجسم، ولا يحسب كثيرًا مع مولدات الفيتامينات.

٤ ـ التخليق داخل القناة الهضمية Synthesis in the Gut :

بعض الكائنات الدقيقة فى القناة الهضمية يمكنها تكوين بعض الفيتامينات التى يمكن للجسم الاستفادة منها، ولكن من جهة أخرى يمكن أن يحدث منافسة على الفيتامين بين الإنسان والكائن الدقيق الذى يمكن أن يحتفظ به، وهذا لا يستفيد منه الإنسان ويخرج مع البراز، ولكن ما يحدث غالبًا أن الأمعاء الدقيقة لا يوجد بها كائنات دقيقة، وهذه توجد فقط فى الأمعاء الغليظة الذى يكون الامتصاص فيها قاصرًا على الماء والأملاح. ولذا فإن وجود البكتريا لا يقلل من الفيتامين المتاح للإنسان. ولكن فى حالات الإسهال أو اضطراب آخر، فإن الإنسان يفقد الفيتامين.

٥ ـ التداخل بين العناصر الغذائية Interaction of Nutrients :

توجد مجموعة كبيرة من الفيتامينات متعلقة بعناصر أخرى، فمثلاً :

١- فى الوجبة الغنية بالكربوهيدرات لابد من زيادة الثيامين B_1 اللازم للميتابوليزم.

٢- تناول كمية كبيرة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع polyunsaturated يلزمها زيادة تناول فيتامين E...

ولهذا لابد أن تكون الوجبة متزنة وبها كل العناصر الغذائية ومتنوعة.

الكميات الموصى بها Recommended Dietary Allowances (RDA) :

أجريت الكثير من الدراسات والبحوث المختلفة للتعرف على احتياجات الجسم من الفيتامينات حسب السن والجنس والمجهود...

الفيتامينات التى تذوب فى الدهن Fat Soluble Vitamins :

فيتامين (أ) Vitamin (A) :

Retinol or antixerophalmic

أظهرت تجارب Mendel, Osborne, Davis, McCullum سنة ١٩١٣ أن اللبن والزبدة وصفار البيض وزيت الحوت تحتوى على عامل يضمن استمرار حياة حيوانات التجارب عندما أعطيت غذاءًا مكون من بروتين وكربوهيدرات وشحم خنزير وأملاح، ولا يوجد هذا العامل فى زيت الزيتون، وقد ساعد هذا على سرعة اكتشاف فيتامين (A) كما ساعدت تجارب Stembock سنة ١٩١٩ وRosenheim وDrummond سنة ١٩٢٠ على تأكيد أن جذور بعض النباتات المحتوية على صبغة الكاروتين مثل الجزر والبطاطا، وكذلك حبوب الذرة الصفراء لازمة لحيوانات التجارب التى كانت تعطى مع الوجبات النقية سالفة الذكر، بعكس البنجر والبطاطس والذرة الأبيض، وبذلك عرفت خاصية أخرى لهذا العامل، وهو اللون الأصفر، بالإضافة إلى خاصية القابلية للذوبان فى الدهن، وأن الحيوان غير قادر على تكوينه فى جسمه. وفى سنة ١٩٢٩ عرف أن الكاروتين له فاعلية فيتامين (A) وقد أثبت Moore سنة ١٩٥٧ أن الكاروتين مولد لفيتامين (A).

فيتامين (A) مادة عضوية عديمة اللون وهو كحولى غير مشبع (ريتينول Retinol) وهو مكون من كربون وايدروجين وأكسجين، ويحتوى على حلقة بتا أيونون β-ionone وسلسلة أليفاتية. والفيتامين يفقد فعله الحيوى إذا تشبعت هذه السلسلة، ويوجد صورتان للفيتامين A_1, A_2 ويوجد فيتامين A_1 فى أسماك المياه المالحة، أما فيتامين A_2 فيوجد فى أسماك المياه العذبة، وبه رابطة غير مشبعة زيادة، ويسمى dehydroretinol وفاعليته تعادل ٤٠٪ من A_1 وعادة يطلق عليهما فيتامين A. ويوضح شكل (٧ – ١) تركيب فيتامين A (Retinol).

شكل (٧–١) تركيب فيتامين A ريتينول

ويمكن لفيتامين A (ريتينول) أن يكون استر مع الأحماض الدهنية مثل حامض البالمتيك Retinyl Palmitate وهذه الاسترات أكثر ثباتًا من الكحول الحر، وتوجد فى زيت أسماك المحيطات والدهون والكبد وصفار البيض، كما يوجد الفيتامين فى صورة ألدهيد retinal أو retinene والحامض يسمى retinoic acid.

وفيتامين A عبارة عن مادة عضوية توجد فى المملكة الحيوانية، ويوجد فى الدهون ومذيبات الدهون، وهو ثابت إلى حد ما بالحرارة أثناء الطهى، ولكنه يتلف على درجات حرارة أعلى من ١٠٠م°، كما يتلف بواسطة الاكسدة، وفى الدهون المزنخة، وبواسطة الأشعة فوق البنفسجية، قليل التأثر بمادة بيكربونات الصوديوم، ويفقد أثناء تجفيف الأغذية فى الشمس، ولذا فإن تخزين الأغذية فى أماكن باردة جافة يساعد على حفظ الفيتامين.

ولكى يتم امتصاص فيتامين A فى جسم الإنسان لابد من وجود الدهون والصفراء bile ويلاحظ أن العوامل المؤثرة فى امتصاص الدهون تؤثر أيضًا فى امتصاص فيتامين A، ومن المعروف أن تناول الزيوت المعدنية يقلل من مدى استفادة الجسم من فيتامين A حيث أن فيتامين (A) يذوب فى هذه الزيوت التى لا تُمتَص، وتخرج خارج الجسم بما فيها من فيتامين ذائب.

الكاروتين :

ويوجد الكاروتين فى النبات، ويستمد اسمه من الجزر carrot، وهو عبارة عن كربون وأيدروجين وبعض المواد الكاروتينية تولد فيتامين A، مثل ألفا كاروتين، بتاكاروتين، وجاما كاروتين وكريبتوزانتين cryptoxanthine كما يوجد مواد كاروتينية أخرى مثل ليكوبين lycopene فى الطماطم، ويعتبر بتا كاروتين أكثر الكاروتينات فاعلية، حيث أن الجزىء يعطى جزيئين من فيتامين (A) (شكل ٧–٢).

أما الكاروتينات الأخرى مثل ألفا كاروتين وجاما كاروتين فإن الجزىء الواحد عند انقسامه يعطى جزيئًا واحدًا فقط من الريتينول حيث يحتوى كل منها على حلقة بتا أيونون واحدة أما الحلقة الأخرى فهى ألفا أيونون وجاما أيونون على التوالى.

شكل (٧-٢) بتاكاروتين β- carotene

ويعتمد تحويل بتا كاروتين إلى فيتامين A على وجود فيتامين C والزنك وهرمون الثيروكسين.

ويمتص الكاروتين فى جسم الإنسان بنفس ظروف امتصاص فيتامين A إلا أنه وجد أن الجسم يمتص حوالى ثلث الكمية من الكاروتين حيث يفقد الباقى خارج الجسم، وبعد امتصاص الكاروتين يتحول إلى فيتامين A فى جدر الأمعاء، ولهرمون الثيروكسين مع فيتامين C والزنك كما سبق دور فى عملية تحويل الكاروتين إلى فيتامين A ويحدث فقد فى الكاروتين أثناء تحويله إلى فيتامين A كما أن كفاءة الإنسان فى تحويل الكاروتين إلى فيتامين A منخفضة والميكروجرام من بتا كاروتين الممتص يعادل فى فعاليته نصف فاعلية فيتامين A، وعلى هذا فالميكروجرام من بتا كاروتين الموجود فى الغذاء يعادل $\frac{١}{٣} \times \frac{١}{٢} = ٠,١٦٧$ ميكروجرام من الريتينول.

وحدات قياس فيتامين (A) :

كان فيتامين A يقاس بالوحدات الدولية، والوحدة الدولية تعادل ٠,٣ ميكروجرام فيتامين A (كحول) أو ٠,٦ ميكروجرام من بتاكاروتين، أو ١,٢ ميكروجرام من الكاروتينات الأخرى، وحيث أن بللورات فيتامين (A) أصبحت موجودة، لذا فلم يعد هناك داعيًا لاستعمال الوحدات الدولية لقياس الفيتامين.

خصائص فيتامين A ومولداته :

- نظرًا لوجود مجموعة الهيدروكسيل (OH-) فى الفيتامينات، فهو سهل الاتحاد مع

الأحماض ليكون إسترات، هذه الإسترات أكثر ثباتًا من الكحول، ولكن ليس لها الفعل الحيوى للفيتامين.

- نظرًا لاحتواء كل من الفيتامين ومولداته على روابط مزدوجة، لذا فهى سهلة الأكسدة، وبالتالى تفقد فعلها الحيوى.
- فيتامين A ومولداته حساسة للأكسدة والأشعة فوق البنفسجية.
- ثابت للحرارة فى غياب الأكسجين، فلا يحدث أى تغير سواء فى التركيب الكيميائى أو النشاط الحيوى للفيتامين حتى لو سخن على درجات حرارة تصل إلى ١٢٠° - ١٢٠٠° فى غياب الأكسجين.
- فيتامين A ومولداته ثابتة نسبيًا أثناء معاملات الطهى المختلفة للأغذية، ولكنها قد تفقد أثناء عمليات التحمير الطويلة.
- يتلف فيتامين A عند تزنخ الدهون المحتوية عليه.
- يعمل فيتامين E على حماية الريتينول ومولداته من الأكسدة.

ولوحظ وجودهما معًا فى معظم المصادر الغذائية.

مصادر الفيتامين ومولداته Sources :

يوجد فيتامين A فى الأغذية الحيوانية فقط -كما سبق الإشارة. أما مولداته فتوجد بصورة واسعة فى الأغذية النباتية، وهى تشتمل على الكاروتينات والكريبتوزانثين cryptoxanthin التى تسبب فى تلوين بعض الخضروات والفاكهة باللون الأصفر أو البرتقالى أو الأحمر مثل الجزر، المانجو، المشمش، الطماطم... وغيرها، كما توجد فى الخضروات الورقية مثل الملوخية والسبانخ... وغيرها.

وتعتبر الحبوب واللحوم والبطاطس فقيرة فى فيتامين A أما الزيوت النباتية فلا يوجد بها فيتامين A باستثناء زيت النخيل. وعادة يوجد فيتامين A فى الأغذية الحيوانية فى صورة إستر وهى الصورة الأكثر ثباتًا، ولذا تفقد كميات ضئيلة منه أثناء تعرض الأغذية للمعاملات المختلفة من تسويق ونقل وإعداد وحفظ وطهى... إلخ. والجدول رقم (٧-٤) يبين بعض مصادر الريتينول والكاروتينات.

جدول (٧-٤) محتوى بعض الأغذية من الريتينول والبتاكاروتين

الغذاء	ريتينول (مجم / ١٠٠جم)	بتا كاروتين (مجم / ١٠٠جم)
كبد الأسماك	أكثر من ٣٠٠	
كبد الماشية	٥ - ١٥٠	
بيض	٠,٣ - ٠,٦	
زبد	٠,٥ - ٢,٠	٠,٢ - ١,٠
لبن	أكثر من ٠,١	٠,٣ - ٠,٢
جزر		١٢,٠
بسلة خضراء		٠,٥
ملوخية		١٦,٠

ميتابوليزم فيتامين A ومولداته :

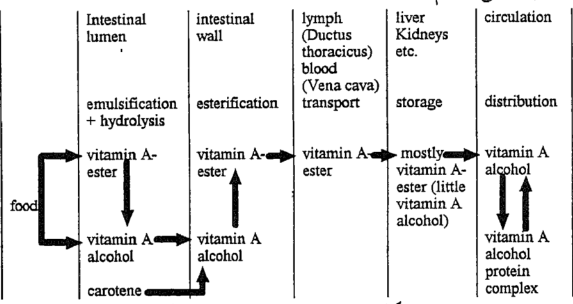
يقصد بالميتابوليزم امتصاص وتخزين ونقل وإخراج الفيتامين. نحصل على فيتامين A من الأغذية إما فى صورة كحول retinol أو صورة إسترات (retinyl acetate or retinyl palmitate) يحدث له تحلل مائى hydrolysis فى الأمعاء الدقيقة ليعطى الكحول (retinol). يمر الريتينول من خلال جدر خلايا ميكوزا الأمعاء mucosal cell wall ثم يحدث له عملية أسترة مرة أخرى ويحمل فى صورة retinyl esters إلى الكبد حيث يتم تخزينه.

أما الكاروتينات (مولدات فيتامين A) والمتحصل عليها من الأغذية النباتية فهى تمتص جزئيًا من الأمعاء بعد تحولها إلى retinol. وعملية تحويل الكاروتينات إلى فيتامين A تنظم كما سبق بواسطة هرمون thyroxine الذى يتكون بواسطة الغدة الدرقية thyroid gland مع فيتامين C والزنك.

ووجد أن الجسم لا يمتص كل كمية الكاروتين، فقد وجد Rodale (١٩٥٧) أن أقل من ١/٤ كمية الكاروتين الموجودة فى الجزر وبعض الخضروات الجذرية يمكن تحويلها إلى فيتامين A، بينما ١/٢ كمية الكاروتين الموجودة فى الخضروات الورقية الخضراء يمكن تحويلها إلى فيتامين A ويفقد الباقى خارج الجسم.

كما وجد أن المعاملة الحرارية للأغذية (عملية الطهى) تزيد من نسبة الاستفادة من كاروتين الغذاء، تناول كميات زائدة من الكحول أو استعمال الكورتيزون يقلل من عملية تحول الكاروتن إلى فيتامين A فى الجسم. أما مرضى السكر فلا يستطيعون تحويل الكاروتين إلى فيتامين A.

والرسم التخطيطى التالى، (شكل ٧-٣) يوضح عملية امتصاص وتخزين ونقل فيتامين A فى الجسم.



شكل (٧-٣) ميتابوليزم فيتامين A*

* مصدر : إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠)

كما يتضح من الشكل (٧-٣) أنه يسهل امتصاص فيتامين A فى صورة إستر فتتم عملية الامتصاص بعد اتحاد الفيتامين مع حامض دهنى (حامض البالمتيك) وتكوين **retinyl palmitate** ثم ينتقل خلال الجهاز الليمفاوى إلى الدم ثم إلى الكبد حيث يخزن فيه حوالى ٩٥٪ من الفيتامينات الموجودة فى الجسم، وتخزن الكميات الباقية فى الأنسجة الدهنية والرئتين والكلى والعين. وعند الحاجة إلى فيتامين A فإنه يتحول مرة أخرى إلى كحول بواسطة إنزيم خاص (retinyl esterase) حيث يمكن نقله إلى الدم ليتحد مع بروتين خاص مكونًا معقد فيتامينA-كحول-بروتين، ويعرف بـ**retinol-binding protein (RBP)** لينقل إلى جميع أجزاء الجسم. ويحتوى الجسم فى الأحوال العادية على حوالى ٣٥- ٤٠ ميكروجرام لكل ١٠٠ مل دم.

وظائف فيتامين A :

فيتامين A له تأثير فى العمليات الميتابوليزمية داخل العديد من الخلايا يمكن حصرها فيما يلى :

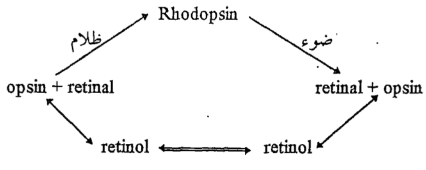
- له دور خاص فى عملية الرؤية وسلامة قرنية العين.
- وجوده ضرورى للنمو وسلامة الجلد والعظام والأسنان.
- له دور فى تكوين هرمون الثيروكسين، بناء البروتين، بناء هرمون cortecosterone من الكولسترول وفى البناء الطبيعى للجليكوجين (Esminger وآخرون ١٩٩٥).
- يحافظ على سلامة الأغشية الطلائية epithelial tissues للفم الحلق والرئتين والمعدة والأمعاء والجهاز البولى والتناسلى، وكذا العين والجلد، من الإصابة بالأمراض المعدية. وهو ينشط جهاز المناعة فى الجسم، بما فى ذلك الاستجابة للأجسام المضادة ونشاط الكرات الدموية البيضاء، ولذا يقال عنه إنه فيتامين ضد العدوى.
- أثبتت الدراسات الحديثة أن فيتامين A له تأثير فى وقاية الجسم من الإصابة بالسرطان.
- يعمل فيتامين A كمادة مضادة للتأكسد antioxidant، فهو يقى الفرد من الأصول أو الشوارد الحرة free radicals وفعلها الضار الذى يؤدى إلى الإصابة بعديد من الأمراض (Zhang وآخرون ١٩٩٧). وقد يرجع هذا العمل إلى مولد فيتامين A وهو الكاروتين الذى يقوم هو أيضًا بحماية فيتامين A.
- فيتامين A مهم لنمو وتطور وتصنيف الخلايا differentiation والأنسجة، ولذا فهو مهم لنمو وتطور الجنين (Rothman وآخرون، ١٩٩٥) ويقى من العديد من مخاطر الأمراض (Hunter وآخرون ١٩٩٣)، حيث ينظم ويقلل تكوين مواد مثل proteinglycan التى تكون مع الليبيوبروتينات الخفيفة المؤكسدة والمتحدة مع الكوليسترول (LDLC) مركبًا معقدًا غير قابل للذوبان ويترسب على جدر الأوعية الدموية والشرايين مسببًا إنسدادها.
- لفيتامين A أيضًا دور فى ميتابوليزم الحديد وتخزينه، وأيضًا ميتابوليزم الكالسيوم.
- يقوم فيتامين A مع مرافق إنزيم كمركب وسطى عند تخليق glycoprotein، كما يقوم كهرمون ستيرويد steroid فى النواة عند تصنيف الأنسجة.

دور فيتامين A فى عملية الرؤية vision :

فيتامين A ضرورى لتكامل خلايا استقبال الرؤية بشبكية العين retina وهى

النسيج الحساس ضوئيًا، تتكون من نوعين من خلايا استقبال الرؤية هما خلايا القضبان rods المسئولة عن الرؤية فى الظلام أو الضوء الخافت، وخلايا المخروطات cones المسئولة عن الإبصار فى الضوء الشديد، وعرف ذلك بواسطة Wald وزملائه، ونالو عليها جائزة نوبل فى عام ١٩٥٠. فيتكون الارجوان البصرى visual purple (ويعرف أيضًا بالـrhodopsin) فى خلايا القضبان من اتحاد فيتامين A فى صورة ألدهيد (retinal) ويسمى أحيانًا (retinene) مع مركب بروتينى يوجد أيضًا فى خلايا القضبان يعرف بالأوبسن opsin. عندما يقع الضوء الساطع على خلايا القضبان فإن صبغة الارجوان البصرى تتحلل لتعطى مكوناتها، وهى فيتامين A- ألدهيد وopsin وينتج عن هذا التفاعل طاقة كهربائية ترسل من شبكية العين إلى عصب الرؤية optic nerve ثم إلى المخ حيث تحدث الرؤية، أما فيتامين A الناتج فإنه يختزل إلى كحول أو يعاد اتحاده مع opsin فى الظلام لتكون الارجوان البصرى.

أما فى الضوء الساطع فإن فيتامين A ضرورى لتكوين صبغات الرؤية visual pigment والتى تعرف أيضًا بالـiodopsin وتتكون فى خلايا المخروطات cones بشبكية العين، وهى كما فى حالة صبغة rhodopsin تتكون من اتحاد فيتامين A-ألدهيد مع بروتين الـopsin إلا أن تكوين هذه الصبغة يستغرق وقتًا أطول بكثير من تكوين صبغة الأرجوان البصرى. ولذا فإن نقص فيتامين A فى الجسم تكون أعراضه أكثر وضوحًا بالنسبة لمقدرة الفرد على الرؤية فى الظلام حيث تعتمد العين على الكمية المتوافرة من فيتامين A فى الدم لتنظم إعادة تكوين الارجوان البصرى. فإذا كان مد العين بفيتامين A بطيئًا فإن القدرة على الرؤية فى الضوء الخافت تتطلب فترة زمنية طويلة نسبيًا، حتى تستطيع العين الرؤية فى الظلام وخاصة إذا كانت معرضة قبل ذلك لضوء ساطع. ويوضح شكل (٧-٤) دور فيتامين A فى الرؤية فى الظلام أو الضوء الخافت.



شكل (٧-٤) وظيفة فيتامين A فى الرؤية فى الظلام

ولهذا السبب فإن العمى الليلى night blindness من العلامات الأولى لنقص الفيتامين. وهذا المرض يرتبط بمستوى الريتينول فى الدم، والذى يتراوح تركيزه ما بين ٣٥- ٤٠ ميكروجرام ريتينول / ١٠٠ مل دم. ووجد أن حقن الدم بفيتامين A يحسن هذه الحالة فى دقائق.

دور فيتامين A فى النمو Growth :

فيتامين A ضرورى للنمو وتكوين الأنسجة، نتيجة لتأثيره على تخليق البروتين protein synthesis كما أن فيتامين A يؤثر فى تخليق هرمون Thyroxine (هرمون الغدة الدرقية) والذى ينظم العديد من العمليات الفسيولوجية اللازمة للنمو الطبيعى، ويعتقد أن retinol هو المسئول عن عمليات النمو. وعمومًا فإن دور فيتامين A فى النمو مازال غير مفهوم تمامًا.

وقد ترجع علاقة فيتامين A بالنمو إلى أنه فى حالة نقص الفيتامين يحدث نقص فى الشهية، أو قد يكون ذلك راجعًا إلى تلف أو موت خلايا الغشاء المخاطى الخاص بالأمعاء، أو بسبب حدوث عملية تكوين الكراتين keratinization على خلايا اللسان، فتفقد الإحساس بالطعم مما يقلل الشهية ويؤثر على النمو.

دور فيتامين A فى نمو العظام Bone Development :

لفيتامين A دور فى تكوين الهيكل العظمى وتجديد خلايا العظام حيث لوحظت عيوب فى تكوين العظام فى حالات نقص فيتامين A فى الوجبة، وأن تعاطى كميات كافية من فيتامين A فى الوجبة يساعد على التكوين الطبيعى للعظام، كما يساعد على تكوين خلايا طبقة الإينامل enamel forming cells فى حالة تكوين الأسنان.

ويعتقد أن retinoic acid هو المسئول الأساسى عن سلامة الهيكل العظمى وليس retinol.

كما لوحظ أن نمو العظام يتوقف بسبب نقص فيتامين A قبل توقف نمو الأنسجة المختلفة، كما يؤثر على المخ والجهاز العصبى.

المحافظة على سلامة الجلد والأغشية الطلائية :

يلعب retinoic acid دورًا هامًا فى المحافظة على التركيب الطبيعى للأغشية الطلائية والجلد. فعند نقص فيتامين A فإن الخلايا الطلائية وخلايا الجلد تفرز بروتين الكراتين keratin الموجود أساسًا فى شعر الإنسان وأظافره، ولكن إذا وجد فى الخلايا الطلائية epithelial cells فإنها تصبح جافة وصلبة، وتعرف هذه الحالة بالكيراتينية keratinization وحينئذ لا تستطيع الخلايا أن تقوم بعملها ثم تموت، وعندما تموت الخلايا فإنها تتجمع على سطح النسيج الطلائى مما يجعله عرضة للإصابة بالعدوى بالميكروبات. ولذلك فمنذ زمن بعيد يعرف فيتامين A بأنه الفيتامين المانع للعدوى anti-infection حيث أنه يحمى الأنسجة من الجفاف والموت، ومن ثم من العدوى، فهو يحمى أغشية العين والجهاز التنفسى والأمعاء والجهاز البولى والتناسلى وغيرها، علاوة على الجلد الخارجى.

المقاومة للعدوى (المناعة) Immunity :

علاوة على دور فيتامين A فى حماية الأنسجة من تكوين الكراتين، وجفاف الخلايا وموتها، ثم تعرضها للإصابة بالعدوى، فقد لوحظ أن عدد مكونات خلايا الدم البيضاء من T-lymphocytes تقل فى حالة نقص فيتامين A وهى لها دور فى إكساب الجسم المناعة.

مضاد للسرطان Anti -cancer :

بعض الدراسات دلت على أن نقص فيتامين A يرتبط لحد كبير بمقاومة الجسم للمسببات السرطانية carcinogensis فى كل من التجارب، سواء على الإنسان أو الحيوان، فإن فيتامين A له دور فى عدم ظهور طفرات malignancy فى الأنسجة والخلايا. وقد لوحظ أن الأفراد المصابين بسرطان الرئة كان محتوى وجباتهم من فيتامين A منخفضًا.

خفض مستوى كولسترول الدم :

أظهرت بعض الدراسات أنه أمكن خفض مستوى الكولسترول فى دم مرضى تصلب الشرايين بتناول كميات كبيرة من فيتامين A إلا أنه لم يحدث ذلك فى الأصحاء.

أعراض نقص فيتامين A :

يمكن تلخيص أهم أعراض نقص فيتامين A فى الإنسان فيما يلى :

-أعراض عامة : تشتمل على فقد الشهية، بطء فى النمو، الشعور بالتعب المتكرر.

-أعراض متخصصة : تشتمل على التهاب الجلد والعمى الليلى.

-أعراض أكثر تقدمًا: قرحة فى قرنية العين وتعرف بالـxerophthalmia (شكل٧-٥) علاوة على لين العظام والأسنان.

ويعتبر نقص فيتامين A من ثانى مشاكل نقص التغذية فى العالم بعد نقص البروتين والطاقة، ويظهر النقص بصفة خاصة فى الرضع والأطفال. ويصاب سنويًا بالـxerophtalmia التى قد تؤدى للعمى ١٠٠ ألف فى العالم.

كما ظهر أن نقص فيتامين A يقلل من إفراز هرمون الثيروكسين، فيزيد من انتشار الجوتير.

وجدير بالذكر أن نميز بين حب الشباب acne الذى يصيب جلد الشباب، لا يعالج بتعاطى فيتامين A حيث أنه لا ينتج بسبب نقص الفيتامين، ولكنه راجع إلى تغيرات هرمونية.



شكل (٧-٥) طفل مصاب بحالة xerophtalmia

تخزين فيتامين A فى الجسم :

يتوقف المخزون على كمية فيتامين A الموجود فى الغذاء، ويمكن لكبد الإنسان أن يخزن منه ما يكفيه ثلاثة أشهر أو أكثر، وبعد امتصاص الفيتامين وتكوين إستر عادة مع حامض البالمتيك ينقل مع الكيلوميكرون chylomicron خلال الجهاز الليمفاوى إلى الدم ثم إلى الكبد، ثم يحلل إلى كحول ثانيًا بواسطة إنزيم خاص، حيث يمكن نقله إلى الدم، ثم إلى جميع أجزاء الجسم، ويختلف محتوى فيتامين A فى كبد الطفل عند الولادة، وعادة يكون منخفضًا، وينصح بإضافة فيتامين A إلى غذاء الطفل بعد أسبوعين من ولادته، كما وجد أن إعطاء الأم فيتامين A بعد الولادة أدى إلى ارتفاع مستوى فيتامين A فى الكولسترم colostrum، ولذا ينصح بإعطاء الام أثناء الحمل وبعد الولادة جرعات من فيتامين A لوقاية الأطفال من أمراض العين، ويخرج الفيتامين عن طريق البراز.

قياس الحالة التغذوية لفيتامين (A) لدى الأفراد :

يعتبر العمى الليلى من الأعراض المبكرة لنقص فيتامين A، وقد صممت أجهزة كبيرة لقياس مدى ما وصلت إليه هذه الحالة، منها photometer، حيث يقيس كمية وشدة الضوء اللازم للشخص لرؤية الأشياء قبل وبعد التعرض للضوء المبهر، فكمية الضوء وطول الوقت اللازمين للفرد لإعادة الرؤية تعكس حالة نقص فيتامين (A).

كما أن مستوى فيتامين A والكاروتين فى الدم له علاقة بذلك فى حدود معينة، فقد ظهر أن التغذية على غذاء خالٍ من الفيتامين لم يؤثر على مستوى الفيتامين لعدة أسابيع، حيث أن الجسم يستعمل فيتامين A المخزن فى الكبد، أما التغذية على غذاء خالٍ من الكاروتين فإنه يؤدى إلى خفض مستوى الكاروتين فى الدم، نظرًا لعدم تخزين الفرد للكاروتين.

ويتراوح مستوى فيتامين A ٢٥ - ٩٠ ميكروجرام/ ١٠٠ مل دم، ويقل هذا المستوى أثناء المرض، وأيضًا ينخفض فى الثلاثة شهور الأخيرة من الحمل بمعدل ٣٠٪.

الكميات الموصى بها من فيتامين A :

حيث أن فيتامين A يخزن فى الكبد، فمن الصعب تحديد الكمية اللازمة له أو من مولده يوميًا. ولكن توصى الهيئات الأمريكية المتخصصة بالأغذية والتغذية

بتناول كميات مناسبة منه، ويوضح جدول (٧-٥) الكميات الموصى بتناولها (١٩٨٩).

جدول (٧-٥) الكميّات الموصى بها من فيتامين A

الفئة	العمر بالسنوات	كميات فيتامين A / اليوم / الفرد	
		وحدة دولية	ميكروجرام ريتنول
رضع	صفر - ٠,٥	١٢٥٠	٣٧٥
	٠,٥ - ١	١٢٥٠	٣٧٥
أطفال	١-٣	١٣٣٣	٤٠٠
	٤-٦	١٦٦٧	٥٠٠
	٧-١٠	٢٣٣٣	٧٠٠
ذكور	١١-١٤	٣٣٣٣	١٠٠٠
	١٥-١٨	٣٣٣٣	١٠٠٠
	١٩-٢٤	٣٣٣٣	١٠٠٠
	٢٥-٥٠	٣٣٣٣	١٠٠٠
	٥١ +	٣٣٣٣	١٠٠٠
إناث	١١-١٤	٢٦٦٧	٨٠٠
	١٥-١٨	٢٦٦٧	٨٠٠
	١٩-٢٤	٢٦٦٧	٨٠٠
	٢٥-٥٠	٢٦٦٧	٨٠٠
	٥١ +	٢٦٦٧	٨٠٠
حامل		٢٦٦٧	٨٠٠
مرضع		٤٠٠٠	١٢٠٠

ويمكن سد الاحتياجات بالنسبة للشخص البالغ عن طريق تناول كوب (٢٥٠ مل) من اللبن كامل الدسم، أو ١٠٠ جم جبن دسم، أو ١٢٠ جم زبد، أو ٤٠ جم سبانخ / ملوخية / طماطم / جزر.

أعراض زيادة فيتامين A :

تحدث حالات تسمم عند تعاطى كميات زائدة من فيتـامين A أو الكـاروتين لمدة طويلة، حيث يخزن فى الأنسجة كميات كبيرة تؤدى إلى إحداث أضـرار بالجسـم تشتمل على : غثيان : قـيء، إسـهال، جفـاف الجلـد، سقوط الشعر، صداع، فقـد الشهية، ثم عظام هشة، آلام شديدة فى العظام، تضخم فى الكبـد والطحـال، وطفـح جلـدى. وحـالات التسـمم بواسـطة فيتـامين A يمكـن أن تحـدث إذا تنـاول الفـرد ٣٠٠٠٠ ميكروجرام من فيتامين A يوميًا لعدة شهور. ويمكـن إخفـاء أعـراض حالـة التسمم بعدم تناول الفرد الفيتامين بضعة أيام.

بعض وظائف الكاروتين الأخرى :

عرف أخيرًا أن بتا كاروتين يقى الجسم من الآثار الضارة الناتجة عن التأكسـد بواسطة الأشعة فوق البنفسجية، حيث ينشط ويحفز الأنظمة المناعية بالجسم، فتزيد من عدد خلايا المناعة immune cells مثل خلايـا B&T lymphocytes وهـذه تنتـج مـن الغدة التيموسية thymus وهى سريعة التلف بواسطة الأصول أو الشوارد الحرة free radicals والتأكسد الضار. وبتـا كـاروتين يحمـى خلايـا macrophages، والكـرات الدموية البيضاء.

ويقوم بتا كاروتين بالوقاية من حالات السـرطان المختلفـة فـى الرئـة والمعـدة والثدى والبروستاتا والقولون (Papalardo وآخرون ١٩٩٧).

وأظهرت الدراسات أن نقص بتا كاروتين يؤثـر علـى الوظـائف العقليـة مثـل التذكر والتوازن وحل المشكلات. وكذلك لبتاكاروتين دور فى زيادة مقاومة مرضى نقص المناعـة (Fryberg Aids وآخـرون ١٩٩٥) ويسـاعد بتـا كـاروتين فـى تأخـير وظهور الشيخوخة على الجلد، وأعراض أخرى وذلك نتيجة حمايتهـا مـن الأصـول أو الشوارد الحرة free radicals.

وتزيد فاعلية بتا كاروتين بواسطة مضادات التأكسد الأخرى مثل فيتامين E، فيتامين C، والسلينيوم selenium. ولذا فعند زيادة تنـاول بتـا كـاروتين فإنـه يتطلـب زيادة من فيتامين E.

ولبتا كاروتين دور فى تحسين امتصاص الحديد.

فوائد الكاروتينويدات الأخرى :

الليكوبين Lycopene :

الليكوبين هو الكاروتينويد الذى يعطى الطماطم لونها الأحمر وتوجد هذه الصبغة بتركيزات عالية فى غدة الأدرينالين والبروستاتا والخصيتين. تنخفض هذه التركيزات مع تقدم العمر.

وقد أظهرت بعض الدراسات أن الليكوبين قد يساعد فى الحماية من أمراض القلب، سرطانا البروساتاتا والبنكرياس والقناة الهضمية. وقد أظهرت دراسات فى ألمانيا ١٩٩٧ أن الليكوبين فى مركز عصير الطماطم أكثر فائدة من الليكوبين الموجود فى الطماطم الطازجة، (Goivannucci وآخرون ١٩٩٥)، (Gärtner وآخرون ١٩٩٧).

لوتن Lutein :

لوتن مضاد للتأكسد، ويوجد هذا الكاروتينويد مع زيكزانثين Zeaxanthin فى صبغة العين. إن انخفاض مستواه يؤدى إلى زيادة حساسية مقلة العين وتعرضها للتلف بواسطة الضوء الأزرق. وكذلك يزيد من عتامة عدسة العين (Landrun وآخرون ١٩٩٧).

فيتامين د Vitamin D :

فيتامين D هو العامل المانع للكساح Rickets وهى حالة فشل تكليس calcify العظام. وقد ظل الأطفال قرونًا طويلاً يصابون بالكساح، وقد استعمل فى اسكتلندا فى القرن الثامن عشر زيت كبد الحوت كدواء شعبى لمعالجة الكساح. كما لاحظ Palm العالم الإنجليزى سنة ١٨٩٠ أن الكساح ينتشر حين تقل فترات سطوع الشمس، وبالعكس؛ تقل الإصابة بالمرض كلما زادت فترات سطوع الشمس ويكثر تعرض الناس لأشعتها. وقد توصل Mellanby سنة ١٩١٨ إلى أن الكساح عبارة عن مرض من أمراض سوء التغذية، ويمكن علاجه بعنصر قابل للذوبان فى الدهن، وهذا العنصر موجود فى زيت كبد الحوت.

وقد توصل العلماء إلى دور أشعة الشمس فى معالجة الكساح سنة ١٩٢٥، حيث عرف أن الدهون المعاملة بالطاقة المشبعة يمكنها معالجة الكساح، وتم عزل الفيتامين وحضّر سنة ١٩٣٦.

خواص الفيتامين :

الفيتامين النقى بللورات بيضاء عديمة اللون، تذوب فى الدهون ومذيبات الدهن، وهو عبارة عن ستيرول sterol يتكون من كربون وأيدروجين وأكسجين.

ومن صور فيتامين D : D_2 وD_3، والأسم الكيميائى لفيتامين D_2 إرجوكالسيفيرول Ergocalciferol، ومولد هذا الفيتامين هو إرجستيرول Ergosterol ويوجد فى النباتات البسيطة مثل الخميرة والطحالب، أما فيتامين D_3 فاسمه الكيميائى كولكالسيفيرول Cholecalciferol ومولده 7-Dehydrocholesterol، ويوجد فى الأنسجة الحيوانية، مثل الطبقة الدهنية الموجودة تحت الجلد.

ويتحول مولد هذا الفيتامين إلى فيتامين D بتعريض هذا المولد إلى الأشعة فوق البنفسجية وأشعة إكس وأشعة الكاثود.

والجدول (٧-٦) يوضح الاسم الكيميائى لفيتامينى D ومولد كل منهما ومصادرهما، كما يوضح شكل (٧-٦) تركيب فيتامين D.

جدول (٧-٦) فيتامينى D_2, D_3 ومولداتهما ووجودهما

الفيتامين	الاسم الكيميائى	المولد	مصادره
D_2	Ergocalciferol	Ergosterol	النباتات البسيطة (الطحالب - الخميرة)
D_3	Cholecalciferol	7-Dehydrocholesterol	الأنسجة الحيوانية فى طبقة الدهن تحت الجلد (زيت كبد الأسماك)

شكل (٧ - ٦) تركيب فيتامين D

قياس فيتامين D :

كان يقاس فيتامين D بالوحدات الدولية قبل معرفة تركيبه الكيميائى، والوحدة الدولية لهذا الفيتامين تساوى ٠,٠٢٥ ميكروجرام من هذا الفيتامين.

وظائف فيتامين D :

يعمل فيتامين (D) على زيادة امتصاص الكالسيوم والفوسفور، وقد أظهر Harrison & Harrison سنة ١٩٥٠ أن فيتامين (D) يساعد على امتصاص الكالسيوم فى الجزء الثانى من الأمعاء الدقيقة عندما يكون الامتصاص بطيئًا.

كما أن هذا الفيتامين يساعد على إعادة امتصاص الفوسفور بواسطة الكلى، وهذا الفيتامين يساعد على الاستفادة من الفوسفور فى العظام فى حالة نقص الفوسفور فى الغذاء.

ولهذا الفيتامين دور فى المحافظة على بقاء مستوى هرمون الغدة فوق الدرقية parathyroid مناسبًا لحركة الكالسيوم والفوسفور من العظام.

إن دور فيتامين D فى تحسين امتصاص الفوسفور قد يرجع إلى دوره فى المساعدة على امتصاص الفوسفور أو قد يرجع إلى زيادة امتصاص الكالسيوم، كما أن الفيتامين يشجع إنزيم الفيتيز phytase فى الأمعاء الذى يعمل على انفصال الفوسفات من الفيتين phytin.

ويعمل هذا الفيتامين على المحافظة على مستوى الكالسيوم والفوسفور فى الدم عن طريق زيادة امتصاص الكالسيوم، وبالتالى الفوسفات، وكذا خفض نسبة خروجهما مع البول، وانخفاض مستوى الكالسيوم والفوسفور فى الدم قد يؤدى إلى تشوه عظام الفك والأسنان وضعف الأنامل، وهناك احتمال أن هذا الفيتامين يؤثر فى امتصاص المغنسيوم وفى المحافظة على مستواه فى الدم (George وآخرون ١٩٦٢). كما لاحظ Becker وHoekstra (١٩٦٦) زيادة ترسيب الزنك فى عظام الحيوانات المصابة بالكساح عند تعاطيها فيتامينD. وحيث أن الفيتامين ينظم مستوى الكالسيوم فى الدم وبالتالى فهو يؤثر فى قدرة الأعصاب على توصيل الإشارات العصبية. وفيتامين D لازم للمحافظة على مستوى حامض الستريك فى الدم، وهذ الحامض مهم للجسم وخصوصًا فى تنظيم حركة المعادن من العظام إلى الدم وبالعكس، كما

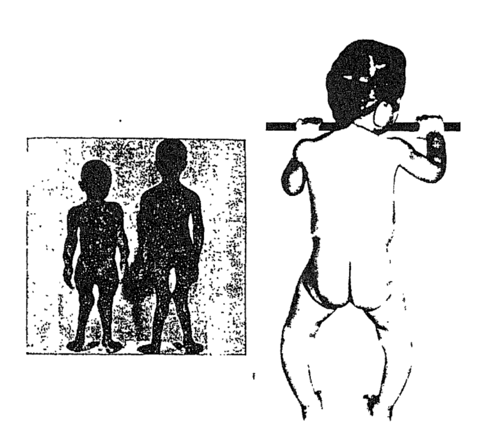
أنه يحافظ على مستوى الأحماض الأمينية فى الدم عن طريق منع فقدها عن طريق الكلى.

ويلعب فيتامين (D) دورًا كبيرًا فى تكوين الهيكل العظمى بطريقة طبيعية، ولو أن هذا الدور معقد، ولايزال يحتاج إلى الكثير من الدراسة، إلا أن الدراسات أثبتت أنه فى حالة غياب أو نقص هذا الفيتامين، تحدث تشوهات فى الهيكل العظمى، ويفشل النمو، وقد أظهرت الدراسات أن فيتامين (D) يساعد فى تحويل الفوسفور العضوى إلى فوسفور غير عضوى فى العظام بواسطة إنزيم الفوسفاتيز القاعدى alkaline phosphatase.

وقد أظهر **Harrison & Harrison** سنة ١٩٥٠ باستعمال الكالسيوم المشع فى الفئران النامية أن هنا تبادلاً مستمرًا بين كالسيوم العظام وكالسيوم الدم، وهذا التبادل كان يشجع بواسطة تعاطى فيتامين D، ولم يؤثر تعاطى الكالسيوم فى هذا التبادل.

ويؤدى نقص هذا الفيتامين -حتى ولو كان الغذاء به ما يكفى من كالسيوم وفوسفور- إلى إصابة الطفل بالكساح **rickets**، وإصابة الفرد البالغ -وخصوصًا السيدات- بحالة لين العظام **osteomalacia**، وهذا لأن نقص الفيتامين يؤدى إلى زيادة إفراز الغدة فوق الدرقية، مما يساعد على إزالة الكالسيوم من العظام، كما يؤدى النقص إلى تسوس الأسنان وضعف السمع نتيجة تأثر عظام الأذن. كما أن نقصه يؤدى إلى هشاشة العظام **osteoporosis** حيث تصبح العظام خفيفة سهلة الكسر.

ويتميز مرض الكساح بكبر الرأس وبروز الجبهة وتقوس الضلوع، فيصغر حجم القفص الصدرى ويعرف باسم **pigeon chest**، وتضخم مفاصل الركبة والقدم وتقوس العظام وتأخر ظهور الأسنان وتشوه الهيكل العظكى وفشل النمو (شكلى ٧ - ٧ / أ، ب)



شكل (٧ – ٧) (أ) أرجل أطفال مصابين بالكساح



شكل (٧ – ٧) (ب) حالة الصدر والمفاصل لطفل مصاب بالكساح

ولفيتامين (D) تأثير على ميتابوليزم حامض الستريك، إذ أن حوالى ٧٠٪ من حامض الستريك موجود فى العظام. لكن وجد أن تركيز هذا الحامض فى العظام يقل فى حالة إصابة العظام بالكساح. إن حامض الستريك مهم فى الميتابوليزم وحركة المعادن والكالسيوم بين الدم والأنسجة.

وقد وجد Harrison & Harrison سنة ١٩٥٠ أن مستوى السترات فى الأطفال المصابين بالكساح كان ١,٥ / ١٠٠ مل دم، ولم يعرف إلى الآن إذا كان لهذا الفيتامين دور فى دورة حامض الستريك، وبالإضافة إلى ما سبق فإن فيتامين D يرتبط بميتابوليزم الأحماض الأمينية، حيث يزيد إفراز الأحماض الأمينية فى البول عند إصابة الفرد بالكساح.

كما لاحظ المتخصصون فى ألمانيا (١٩٩٨) على ٩٦ مريضًا أن هناك علاقةبين مستوى فيتامين D فى الدم وظهور بعض حالات التهاب المفاصل وفقد كالسيوم المفاصل. كما لاحظوا أيضًا زيادة عدد proliferation كرات الدم البيضاء (Oelzner وآخرون ١٩٩٨). أى أنه يدخل فى تنظيم الجهاز المناعى بالجسم.

كما لوحظ علاقة بين انخفاض مستوى فيتامين D وبعض حالات سرطان القولون والبروستاتا والثدى والرئة والبنكرياس، وأنه أمكن تقليل هذه الحالة فى المعمل بواسطة فيتامين D، (Pichard وآخرون ١٩٩٦).

وأشار (Gann وآخرون ١٩٩٦) إلى أن هناك علاقة بين مستوى فيتامين D وسرطان البروستاتا. كما ظهر أنه قد يكون هناك علاقة بين فيتامين D وتصلب الشرايين حيث أشار Hays وآخرون (١٩٩٧) أن هذه الحالة تزيد بين الناس عندما يقل التعرض لأشعة الشمس، كما أن نقص فيتامين D يزيد من حالات أمراض القلب، لأنه يزيد من ترسب الكالسيوم فى الأوعية الدموية (Watson وآخرون ١٩٩٧).

علاوة على ذلك فإن نقص فيتامين D يقلل من إفراز الإنسولين ويؤثر على ميتابوليزم الجلوكوز (Boucher وآخرون ١٩٩٥)، ولذا فتناول مستحضراته تساعد فى الحماية من مرض السكر.

مصادر فيتامين D :

أهم المصادر الغنية هى كبد الأسماك (D_3) يليها القشدة والزبد وصفار البيض والكبد، والجدول (٧-٧) يبين محتوى بعض الأغذية من فيتامين (D)

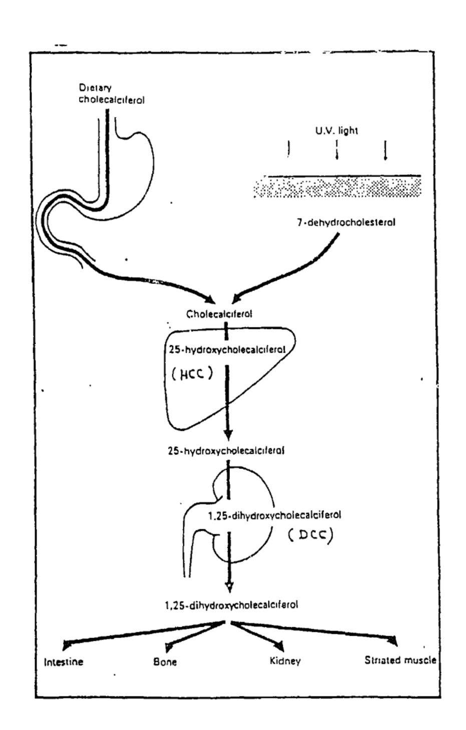
جدول (٧-٧) محتوى بعض الأغذية من فيتامين D

الغذاء	فيتامين د (وحدة دولية/١٠٠جم)	ميكروجرام/١٠٠ جم
لبن	٢	٠,٠٥
جبن	١٠	٠,٢٥
بيض	٥٠ - ١٧٠	١,٢٥ - ٤,٢٥
لحوم	٤	٠,١
أسماك	صفر - ٥٠٠٠٠	١٢٥
زبد	٤٠	١,٠

٤٠٠ وحدة دولية = ١٠ ميكروجرام ، ١ وحدة دولية = ٠,٠٢٥ ميكروجرام

ميتابوليزم فيتامين D :

عندما يتناول الفرد فيتامين D عن طريق الفم فإنه يمتص من الأمعاء فى وجود الدهون، مثل الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن، ويلزم وجود أملاح الصفراء حتى يتم الامتصاص، أما الفيتامين المخلق فى الجسم من تعرض الجلد لأشعة الشمس، حيث يتحول مولد الفيتامين وهو 7-dehdrocholesterol إلى فيتامين D فإنه يسير مع تيار الدم، حيث يرتبط مع بروتين البلازما مكوناً Vitamin D Binding Protein (DBP) والذى ينتقل إلى الكبد ليتحول إلى المركب 25-hydroxycholecalciferol أو 25-OHD_3 أو 25-HCC وهى الصورة النشطة active form للفيتامين. ويخزن الفيتامين فى الكبد والجلد والمخ والعظام، ويحتمل تخزينه فى أنسجة أخرى، وعند الحاجة إلى الفيتامين فإنه يذهب مع تيار الدم إلى الكلى، حيث يتحول إلى مركب آخر عبارة عن 1,25-dihydroxycholecalciferol أو $1,25\text{-(OH)}_2D_3$ أو يسمى calcitirol وهى صورة نشطة أخرى للفيتامين، وهى عبارة عن مولد هرمون، ويتم إخراج هذا الفيتامين عن طريق البراز. وشكل (٧-٨) يوضح ميتابوليزم فيتامين D.



شكل (٧–٨) ميتابوليزم فيتامين D

خصائص فيتامين D :

يعتبر هذا الفيتامين ثابتًا لحد كبير للحرارة فى عدم وجود الأكسجين، وتفقد منه كمية صغيرة أثناء الطهى ومعاملة الأغذية.

الكميات اليومية الموصى بها :

حيث أن الفيتامين يخزن فى الجسم فلا يلزم تعاطيه يوميًا. وتظهر الكميات الموصى بها فى جدول (٧-٨) :

جدول (٧-٨) الكميات الموصى بها من فيتامين D / اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	كميات فيتامين D / اليوم / الفرد	
		وحدة دولية/ يوم	ميكروجرام/ يوم
رضع	٠ - ٠,٥	٣٠٠	٧,٥
	٠,٥ - ١	٤٠٠	١٠
أطفال	١-٣	٤٠٠	١٠
	٤-٦	٤٠٠	١٠
	٧-١٠	٤٠٠	١٠
ذكور	١١-١٤	٤٠٠	١٠
	١٥-١٨	٤٠٠	١٠
	١٩-٢٤	٤٠٠	١٠
	٢٥-٥٠	٤٠٠	٥
	٥١ +	٤٠٠	٥
إناث	١١-١٤	٤٠٠	١٠
	١٥-١٨	٤٠٠	١٠
	١٩-٢٤	٤٠٠	١٠
	٢٥-٥٠	٢٠٠	٥
	٥١ +	٢٠٠	٥
حامل		٤٠٠	١٠
مرضع		٤٠٠	١٠

إن الزيادة أثناء الحمل والرضاعة ذلك لأن الحامل والمرضع تحتاج إلى كميات زائدة لأن فيتامين D لبناء الهيكل العظمى للجنين ولتكوين اللبن.

ووجد أنه ليس هناك ضرر من تعاطى كميات تعادل ٤-٥ أضعاف المقرر اليومى، إلا أن الزيادة عن ذلك تؤدى إلى ظهور أعراض تسمم، منها الإسهال والقىء وفقد الشهية والعطش، ثم الدوخة والهزال. إذا استمرت الزيادة فإنه يرتفع مستوى الكالسيوم والفوسفور فى الدم، كما يزداد إفرازهما فى البول، وقد يترسب الكالسيوم فى بعض الأنسجة الغضة للجسم، مثل القلب والرئتين والكليتين.

ويمكن سد الاحتياجات اليومية من فيتامين D عن طريق تناول ٥جم كبد أو ١ بيضة يوميًا إلى جانب التعرض لأشعة الشمس.

أثر زيادة الفيتامين Hypervitaminosis D :

تؤدى زيادة الفيتامين فى الغذاء المتناول عن المتوسط ٤٠٠ وحدة دولية، تصبح سامة، وتؤدى إلى زيادة امتصاص الكالسيوم فى الدم hypercalcemia. أما فى حالات التسمم المتوسط تؤدى إلى فقد الشهية وزيادة الإحساس بالعطش، وزيادة الحساسية، وضعف وإمساك وقد يحدث إسهال وفشل فى النمو فى الرضع والأطفال ونقص الوزن فى الكبار.

واستمرار هذه الحالة تؤدى إلى ترسيب الكالسيوم فى الأنسجة الرخوة soft tissues مثل القلب والرئة والأوعية الدموية والأنابيب الكلوية، وتلف فى الكبد. وإذا استمر أكثر من ذلك فإنها تؤدى إلى الوفاة.

وفى 'الات الحمل أو فى الطفولة المبكرة، فإنه يحدث ضيق فى صمام الأورطى aortic valve وتشوه فى الوجه peculiar facial appearance وتخلف عقلى.

فيتامين ئى Vitamin E :

توكوفيرول The Tocopherol :

اكتشف هذا الفيتامين Evans & Bishop سنة ١٩٢٠ أثناء دراستهما، حيث وجدا أن الفئران التى تغذت على الكازين ونشا الذرة وشحم الخنزير والزبدة والخميرة، لم تتمكن من الإنجاب، وأصيبت إناث الفئران بالإجهاض، والذكور بالعقم، وقد أمكن علاج هذه الحالة بإعطاء زيت بعض النباتات وسمى بالعامل المانع للعقم. وقد تمكن Evans وآخرون من فصل الفيتامين من زيت جنين القمح، وأطلق عليه توكوفيرول (وهو اسم يونانى : tokos معناها ميلاد الطفل، pheros معناه يحمل، ol

تشير إلى الكحول)... وقد أمكن تخليق ألفا توكوفيرول سنة ١٩٣٨. وقد أصبح معروفًا بأهميته ١٩٦٦، وهذا الاسم tocopherol مصطلح يونانى معناه "يحمل جنينًا"، كما يوجد مجموعة أخرى من هذه المركبات تسمى tocotrienol.

خواص فيتامين E :

إن المركبات المعروفة الآن من فيتامين E هى ألفا، بيتا، جاما، ودلتا، وإبسلون... واقواها ألفاتوكوفيرول، وتختلف هذه المركبات عن بعضها فى وجود مجموعة الميثيل، وتحتوى هذه المركبات على حلقة كرومان (شكل ٧-٩).

α-Tocopherol.

شكل (٧-٩) الفا توكوفيرول

وتحتوى الحلقة على مجموعة هيدركسيل إما حرة أو إستر، وهذه الحلقة المتصل بها مجموعة الهيدركسيل ضرورية للفعل الحيوى للفيتامين، ويتصل بالحلقة سلسلة أليفاتية عبارة عن فينول، والفعل الحيوى للفيتامين فى حالة الإستر أقوى منه فى الحالة الحرة، ويرجع ذلك إلى قدرة الإستر على مقاومة التأكسد.

خصائص الفيتامين :

والفيتامين سائل زيتى لزج لونه أصفر، لا يذوب فى الماء، ولكنه يذوب فى الدهون أو مذيبات الدهون، وهو ثابت للأحماض والحرارة فى غياب الأكسجين، ولكنه يتلف بواسطة القلوى وبواسطة الأكسجين، وتفقد منه كمية بسيطة أثناء الطهى.

ميتابوليزم فيتامين E :

امتصاص فيتامين E يشابه امتصاص الفيتامينات الأخرى القابلة للذوبان فى الدهن، وينتقل فى الدم محمولاً مع الليبوبروتينات. ووجد أن دم الإنسان البالغ يحتوى على تركيزات من الفاتوكوفير تعادل حوالى ١مجم / ١٠٠ مل. أما الأطفال حديثى الولادة فيكون تركيز الفيتامين فى الدم منخفضًا ويعادل حوالى ٠,٢ - ٠,٤ مجم /

١٠٠ مل. ويفضل ألا يقل فى البالغ عن ٠,٥ ملجم. والمقياس المفضل هو نسبة الفيتامين إلى ليبيدات الدم الكلية وهى ٠,٨ ملجم / ١ جم ليبيدات.

ووجد أن فيتامين E يخزن أساسًا فى الأنسجة الدهنية، كما وجد أن بعض الأعضاء تحتوى على تركيزات عالية من فيتامين E مثل الكبد والقلب، ويوجد ٨٣٪ من الفيتامين فى الدم وكرات الدم الحمراء فى صورة ألفا والباقى فى صورة جاما.

وظيفة فيتامين E :

ظل الاعتقاد السائد طويلاً أن فيتامين E يقوم بدوره كمانع للأكسدة antioxidant فهو فعلاً يقى الجسم من تأثير الأصول أو الشوارد الحرة free radicals وتأثير المعادن الثقيلة heavy metals. ويقى من مظاهر الشيخوخة وحماية الذاكرة من التدهور وحماية العين والجهاز المناعى والحماية من السرطان.

وفيتامين E يحمى الدهون من التزنخ، كما أنه يحمى فيتامين A والكاروتين من الأكسدة سواء خارج الجسم أو داخله، كما أن لهذا الفيتامين دور فى المحافظة على سلامة كرات الدم الحمراء، وكذا المحافظة على الميكانيكية التى تحكم نفاذية جدر الخلايا، فيمنع تأكسد الأحماض الدهنية غير المشبعة فى جدر الخلايا، وحماية جهاز المناعة بالجسم وسلامة العين. كما تظهر التجارب أن للفيتامين دور فى ميتابوليزم الأحماض الأمينية ويعمل الفيتامين على تكوين الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت. كما أن للفيتامين دور فى تنشيط بعض الإنزيمات ومرافقات الإنزيمات التى تدخل فى عملية التنفس، كما أنه ينظم هذه العملية، خصوصًا فى القلب والعضلات.

ويلاحظ أن الميتوكوندريا mitochondria غنية بهذا الفيتامينات. كما وجد علاقة وثيقة بين ميتابوليزم المعادن النادرة ومنها السلينيوم selenium حيث أن الفيتامين يحمى السلينيوم الموجود فى مركز الإنزيمات الخاصة بالمساعدة فى نقل الإلكتروليتات. كما يعمل فيتامين E والسلينيوم معًا فى حماية الجسم من أكسدة الدهون ونواتجها، ويعمل الفيتامين على تحسين كفاءة الأنسولين حيث يحمى خلايا بتا البنكرياس كما أنه يحمى مرضى السكر من أكسدة الليبوبروتينات الخفيفة ويخفض دهون الدم. وفيتامين E يحمى الرئة من ملوثات الهواء، وينظم بناء DNA وفيتامين C ومرافق الإنزيم Q، يلاحظ أن فيتامين E يخلب scavenge الأصول الحرة من الوسط الدهنى، ولذا يحمى الدهون وبتاكاروتين ... من الأكسدة.

أثر نقص فيتامين E :

يؤدى غياب أو نقص فيتامين E فى الحيوان إلى العقم، ففى الفئران يؤدى نقصه أو غيابه إلى اضمحلال الجهاز التناسلى فى الذكر والأنثى، فيحدث ضمور الخصيتين فى الذكر، ويموت الجنين ويحدث إجهاض بالنسبة للإناث، كما يؤدى نقص هذا الفيتامين إلى ضمور العضلات، ويرجع هذا إلى زيادة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة، وخصوصًا الموجودة فى العضلات، وذلك لأن الفيتامين يساعد فى تكوين مواد الانسرين anserine والكارنوسين Carnosine وهى الببتيدات الثنائية الداخلة فى تكوين العضلات كما يخرج الكرياتين وبعض السكريات فى البول، وكل من هاتين المادتين متعلق بتوليد الطاقة فى العضلات، وإذا صاحب نقص البروتين أو نقص السلينيوم selenium نقص فيتامين E فإن هذا يؤدى إلى تليف الكبد، كما يؤدى نقص هذا الفيتامين إلى أن تصبح كرات الدم الحمراء هشة وقصيرة العمر، وأيضًا إلى تجمع السوائل تحت الجلد edema، وأحيانًا تتلون هذه السوائل بلون أخضر نظرًا لتحلل الهيموجلوبين، وقد تتراكم هذه السوائل أيضًا فى المخ، كما يحدث تلف فى الكلى وهزال وأنيميا.

أما بالنسبة للإنسان، فلم يثبت للآن ظهور أعراض واضحة، إلا أنه ظهر أن مستوى التوكوفيرول ينخفض فى الدم فى حالة الإصابة بمرض الكواشيوركور... وقد أمكن تحسين حالة الأنيميا ذات كرات الدم المتضخمة بإعطاء الأطفال فيتامين E كما لوحظ أن انخفاض فى التوكوفيرول قد تصاحب بارتفاع نسبة تحليل كرات الدم الحمراء فى الأطفال حديثى الولادة... وقد لوحظ أن مستوى التوكوفيرول مرتفع فى الأطفال حديثى الولادة بعد تعاطيهم لبن الأم، و لم يحدث هذا فى حالة تعاطيهم لبن البقر، وقد يرجع ذلك إلى إزالة الدهن من لبن البقر، ولذا ينصح بإعطاء هؤلاء الأطفال فيتامين E. أما بالنسبة لأهميته بالنسبة للإنسان فى مجال التناسل، فلم تثبت هذه الأهمية إلا أن هناك بعض حالات عقم وإجهاض متكرر عولجت بتعاطى هذا الفيتامين.

ولاشك فى أن الفيتامين يوجد فى أنسجة الإنسان، وهو مهم فى عمليات الميتابوليزم التى تتم بها، إلا أن سعة انتشاره فى الأغذية وخصوصًا الرخيصة، قلل من ظهور حالات نقصه.

وبصفة عامة، فإنه لم تظهر أعراض على الإنسان، وذلك لأنه واسع الانتشار فى الأغذية ويستطيع الجسم تخزينه، كما لوحظ نقصه فى الرضع المبتسرين وحدوث أنيميا نتيجة هدم كرات الدم الحمراء نظرًا لاحتوائها على أحماض دهنية غير مشبعة.

المقررات الموصى بها :

من الصعب تحديد الكميات للإنسان من هذا الفيتامين، حيث أنه لم تظهر أعراض نقص واضحة، وقد وجد أن متوسط ما يحصل عليه الفرد من هذا الفيتامين تحت ظروف التغذية العادية هو ١٤ ملجم. وقد أثبت Horwitt وآخرون (١٩٥٦، ١٩٦١، ١٩٦٣) أن :

١- الاحتياج للتوكوفيرول يدل لحد ما على كمية الدهون غير المشبعة فى الوجبة وفى أنسجة الجسم.

٢- يقل احتياج الفرد للتوكوفيرول بانخفاض مستوى الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الغذاء، ولكن العادات السابقة للفرد التى أثرت على تكوين الأنسجة يجب أن تؤخذ فى الاعتبار.

٣- يقصر عمر كرات الدم الحمراء فى الإنسان عند تغذيته على غذاء فقير فى التوكوفيرول بالنسبة لحامض لينولينك، وذلك لمدة طويلة.

ويلاحظ أنه قد ذكر أنه لم يثبت حالات تسمم نتيجة تعاطى كميات كبيرة من هذا الفيتامين بعكس الفيتامينات الأخرى القابلة للذوبان فى الدهن.

الكميات الموصى بها :

يوضح جدول (٧-٩) الكميات الموصى بها من فيتامين E ، وتزداد احتياجات الجسم من فيتامين E بزيادة كمية الدهون غير المشبعة فى الوجبة، وعمومًا فإن الفيتامين يوجد دائمًا مع الدهون غير المشبعة فى الأغذية. ومن ناحية أخرى فإنه تقل الحاجة للفيتامين فى وجود عنصر selenium وبعض المركبات المانعة للأكسدة antioxidants ويمكن الحصول على الكميات الموصى بها بتناول ٦جم زيت ذرة أو ٢٠ جم زيت فول صويا أو ٢٥٠ جم خس. ونادرًا ما يحدث تسمم عند زيادة الكميات المتناولة من فيتامين E، إلا أن الزيادة بدرجة كبيرة تعوق ميتابوليزم فيتامين A.

جدول (٧-٩) الكميات الموصى بها من فيتامين E / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	ملجم الفاتوكوفيرول/ اليوم	وحدة دولية/ يوم
رضع	صفر - ٠,٥	٣	٤,٤٧
	٠,٥ - ١,٠	٤	٥,٩٦
أطفال	١-٣	٦	٨,٩٤
	٤-٦	٧	١٠,٤٣
	٧-١٠	٧	١٠,٤٣
ذكور	١١-١٤	١٠	١٤,٩٠
	١٥-١٨	١٠	١٤,٩٠
	١٩-٢٤	١٠	١٤,٩٠
	٢٥-٥٠	١٠	١٤,٩٠
	٥١ +	١٠	١٤,٩٠
إناث	١١-١٤	٨	١١,٩٢
	١٥-١٨	٨	١١,٩٢
	١٩-٢٤	٨	١١,٩٢
	٢٥-٥٠	٨	١١,٩٢
	٥١ +	٨	١١,٩٢
حامل		١٠	١٤,٩٠
مرضع		١٢	١٦,٣٩

وجود ومصادر فيتامين E :

توجد التوكوفيرولات بكميات صغيرة فى كثير من النباتات، حيث يوجد الفيتامين فى جدر جميع الخلايا ليحمى الأحماض الدهنية غير المشبعة من الأكسدة، وكذا كل من فيتامين C, A. وأهم مصادر فيتامين E هى : الزيوت النباتية، وأغناها زيت جنين القمح وزيت البذور.

تحتوى الزيوت النباتية على أكثر من ٥٠ مجم ألفا توكوفيرول / ١٠٠ جم زيت، إلا أن هذه المعاملات التى تتعرض لها تلك الزيوت من حرارة عالية وأكسدة قد تؤدى إلى خفض هذه الكمية.

النباتات الخضراء مثل الخس، الكرنب، مصدر جيد للفيتامين، كما أنه يوجد فى صفار البيض، ودهون اللبن والزبد، والكبد، والمكسرات. ويوجد بكميات بسيطة فى التفاح والفول والدواجن، ويوجد بكميات ضئيلة فى معظم الفواكه والخبز الأبيض والسكر.

البحوث الحديثة :

أظهرت التجارب الحديثة والدراسات المعاصرة أن لفيتامين E وظائف أخرى، فقد أشار Hunter وآخرون (١٩٩٣) أن لفيتامين E دور فى الحماية من الشلل الرعاش Parkinson's disease .

كما أظهرت دراسات أخرى فى اليابان أن نقص فيتامين E يزيد من تلف المخ brain damage والأعصاب وعدم القدرة على التركيز وانخفاض مستوى هرمون الغدة فوق الدرقية وانخفاض المناعة والإصابة بالأنيميا.

كما أظهر Bostick وآخرون ١٩٩٥ أن نقص فيتامين E قد يؤدى إلى زيادة الإصابة ببعض أمراض السرطان. بينما أظهر Kushi وآخرون (١٩٩٦) أن تناول فيتامين E يقلل من التعرض للإصابة بأمراض القلب.

ويخزن الفيتامين فى الأنسجة الدهنية فى الكبد والعضلات، ويوجد كميات بسيطة فى باقى الأنسجة. كما يوجد بنسبة كبيرة فى غدة الأدرينالين والغدة النخامية والقلب والرئة.

ومعظم الفيتامين يخرج عن طريق البراز ونسبة بسيطة عن طريق البول.

فيتامين ك Vitamin K :

عامل تجلط الدم Coagulant Factor :

كان العالم Dan الدانمركى هو أول من لاحظ سنة ١٩٢٩ حدوث حالة نزيف شديد تحت الجلد الكتاكيت أثناء إجراء إحدى التجارب. وكان يقدم للكتاكيت وجبات مصنعة، ولم ينجح علاج هذه الحالة بإعطاء الكتاكيت فيتامين C،

فقد كانت ناتجة عن عدم قدرة الدم على التجلط. وقد أمكن علاج هذه الحالة بتعاطى الكتاكيت غذاءً مكونًا من خليط من أغذية طبيعية وحبوب، وكان العامل الفعال فى هذه الأغذية موجودًا فى الجزء الدهنى من هذه الأغذية، ويمكن استخلاصه بواسطة الإيثير، وقد سماه Dan العامل المسبب للتجلط Coagulation factor (Koagulation).

خواص فيتامين K :

ويوجد فى الطبيعة مركبان لهذا الفيتامين هما K_1، K_2، ويوجد K_1 فى الأوراق الخضراء، أما K_2 فيبنى بواسطة البكتيريا، والفيتامين لونه أصفر يذوب فى الدهن والمواد الدهنية، ثابت بالنسبة للحرارة والعوامل المختزلة، ولكنه حساس بالنسبة للضوء، ولذا يباع فى زجاجات قاتمة، ويفقد فاعليته بالأكسدة وبالأحماض والقلويات القوية، كما أنه يفقد بالتجميد freezing. ويوجد صورتان للفيتامين فى الطبيعة هما K_1، K_2 كما يوجد مستحضر له هو K_3 (شكل ٧ - ١٠).

شكل (٧ - ١٠) التركيب الكيميائى لفيتامين K

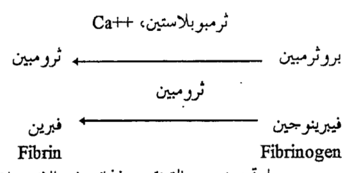
ويوجد فى الطبيعة كما سبق صورتـان مـن الفيتـامين K_1 : (phylloquinone أو phytylmenaquinone) وتوجـد فـى النباتـات الخضــراء، و$K2$: (menaquinone أو multiprenyl menaquinone) الـذى يكـون بواسـطة الكائنـات الدقيقـة بمـا فيهـا الكائنات الموجودة فى الجهاز الهضمى للإنسان. وقد أمكن تحضير مركبات كيميائيـة أحسنها menadione وكان يعرف سابقًا باسم K_3 الذى يتحول داخل الجســم إلى K_2 وهو أكثر فعالية من K_2, K_1.

الميتابوليزم :

يمتص الفيتامين بنفس ظروف الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن. ويلاحظ أن المستحضرات الكيميائية قابلة للذوبان فى المـاء، فهـى سهلة الامتصـاص. ويمتـص عادة فى الجزء العلوى من القناة الهضمية من ١٠ – ٧٠٪ منه. وينتقل فيتامين K فـى اللمف ثم إلى الدم حيث يرتبـط مـع بتـا ليبيوبروتـين وينقـل إلى الكبـد وإلى الأنسـجة الأخرى. ويخزن فى الكبد (٥٠٪) والعضلات. ويخرج عن طريق البراز والبول.

وظيفة فيتامين K :

فيتامين ك مادة أساسية ومهمة لتكويـن مـادة البروثرمبين prothrombin فـى الكبد، والبروثرمبين عبارة عن جليكوبروتين glycoprotein، ويوجد فـى الـدم، وهـو لازم لتجلط الدم الطبيعى، ولو أن دور فيتـامين K فـى تكويـن مـادة البروثرمبين غـير معروف للآن، إلا أن هناك اعتقاد بأنه قـد يكـون جـزءًا هامًـا فـى الـتركيب الإنزيمـى الداخل فى تكوين هذه المادة، وفى حالة نقصه فإن مستوى الـبروثرمبين ينخفـض فـى الدم، وتطول مدة تجلط الدم، ويحدث نزيف وفقدان فى الدم، ويمـر تجلـط الـدم بعـدة خطوات كالآتى :



ولم تحدث حـــالة نقص غذائى فى الإنســـان، وذلك لأن الأحيـــاء الدقيقـــة

الموجودة بالأمعاء الغليظة تمد الجسم بما يحتاجه من هذا الفيتامين. إلا فى بعض حالات الصفراء jaundice أو تناول أجسام مضادة أو مركبات السلفا.

ظهر فى بعض الدراسات أنه يوجد فى العظام والكلى والكبد بروتينات تعتمد فى عملها على فيتامين K، ومن هذه البروتنيات بروتين MGP الموجود فى العظام والأسنان والأنسجة الضامة، كما أن الفيتامين لازم لتنشيط بروتين osteocalcin اللازم لميتابوليزم العظام وترسيب المعادن. كما أن فيتامين K لازم لتكوين بروتين يلزم للكلى لمنع ترسيب الكالسيوم فى صورة أكسالات كالسيوم وتكوين حصوة الكلى، وقد يكون ذلك السبب فى عدم تعرض النباتيين إلى تكوين حصوة الكلى نتيجة لارتفاع فيتامين K فى غذائهم. كما ظهر أن نقص فيتامين K قد يؤدى إلى هشاشة العظام Osteoporosis (Tamatani وآخرون ١٩٩٨).

وفى الطفل حديث الولادة يكون مستوى البروثرمبين فى الدم منخفضًا، ويعادل من ٢٠-٧٠٪ منه فى الفرد البالغ، وينخفض إلى أدنى مستوى حتى اليوم الثالث، ثم يبدأ يرتفع تدريجيًا بعد عدة أسابيع، بالإضافة إلى ذلك فإن أمعاءه تكون معقمة، ولذا يحتاج إلى جرعات هذا الفيتامين حوالى ١ ملليجرام إلىٰ أن يتمكن من الحصول عليه من الأمعاء، ويفضل أن تتناول الأم جرعة (٢ - ٥ ملليجرام) من هذا الفيتامين قبل الولادة، حيث ظهر أن مستوى البروتين فى دم الطفل يكون أعلى منه لو أعطى الطفل جرعة الفيتامين، ونلاحظ أنه إذا انخفض مستوى البروثرمبين كثيرًا فى الطفل حديث الولادة فإنه يصاب بحالة نزيف شديد.

وهناك بعض المركبات التى يتناولها الإنسان وتصيب الأحياء الدقيقة فى الأمعاء، مثل مركبات السلفاناميد والمضادات الحيوية، كما أن حالات الإسهال الشديدة قد تؤدى إلى انخفاض مستوى البروثرمبين فى الدم. ويلاحظ أن ظروف امتصاص هذا الفيتامين هى نفس ظروف امتصاص الدهن، فوجود الدهن والصفراء وغيرها من العوامل اللازمة لامتصاص الدهون يعتبر أمرًا هامًا لامتصاص الفيتامين، وهناك حالات انخفاض فى البروثرمبين فى الدم أمكن علاجها بتعاطى أملاح الصفراء على حدة، أو أملاح الصفراء مع فيتامين K عن طريق الفم، وفى حالة تلف الكبد فى كثير من الأمراض، فإن مستوى البروثرمبين ينخفض فى الدم، ولا ينفع تعاطى فيتامين K بأى طريقة.

ومن المضادات لفعل فيتامين ك: ثنائى كومارول dicumarol وهيدروكومارول hydrocomarol حيث تؤدى إلى خفض مستوى البروثرمبين فى الدم، وتستعمل هذه المواد طبيًا فى علاج الذبحة الصدرية، وغيرها من الأمراض التى تحتاج فى علاجها إلى مواد مانعة لتجلط الدم.

وبالإضافة إلى دور فيتامين ك فى تجلط الدم، فإن فيتامين ك مثل فيتامين E يدخل فى تفاعلات التأكسد وفى التفاعلات اللازمة لتوليد الطاقة فى الخلايا.

ومن أهم الوظائف لفيتامين K هى إنتاج بعض مواد بروتينية تعمل كعوامل مساعدة لتجلط بلازما الدم، هذه العوامل تنتج فى الكبد، ويتوقف تخليقها على وجود كميات دقيقة من فيتامين K.

مصادر هذا الفيتامين :

يوجد هذا الفيتامين فى النباتات المختلفة مثل الكرنب والقرنبيط والسبانخ وفول الصويا والكبد. أما الفواكه والحبوب والأغذية الحيوانية فهى فقيرة فى هذا الفيتامين.

مظاهر النقص Deficiency Symptoms :

من مظاهر النقص زيادة الوقت اللازم للتجلط وحدوث النزيف -أى الوقت اللازم لتحول prothrombin إلى thrombin- وكذا زيادة وقت ظهور الجلطة عن الوقت الطبيعى، يكون الوقت اللازم لتجلط الدم حوالى ١٠ دقائق. وأيضًا هشاشة العظام Osteoporosis.

زيادة تناول الفيتامين Hypervitaminosis K :

زيادة الفيتامين لا يحدث تسمم من الفيتامين من مصادره الطبيعية، ولكن قد يحدث تسمم من المركبات المحضرة. فقد يسبب Hemolytic anemia الناتجة عن تكسير كرات الدم الحمراء وتلف الكبد.

الكميات الموصى بها :

تظهر الكميات الموصى بها فى جدول (٧-١٠) :

جدول (٧-١٠) الكميات الموصى بها من فيتامين K / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	فيتامين K ملجم / اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	٥
	٠,٥ - ١,٠	١٠
أطفال	١-٣	١٥
	٤-٦	٢٠
	٧-١٠	٣٠
ذكور	١١-١٤	٤٥
	١٥-١٨	٦٥
	١٩-٢٤	٧٠
	٢٥-٥٠	٨٠
	٥١ +	٨٠
إناث	١١-١٤	٤٥
	١٥-١٨	٥٥
	١٩-٢٤	٦٠
	٢٥-٥٠	٦٥
	٥١ +	٦٥
حامل		٦٥
مرضع		٦٥

الفيتامينات التى تذوب فى الماء Water Soluble Vitamins :

مجموعة فيتامينات ب The B-Complex Vitamins

وفيتامين ج Vitamin C :

فيتامينات مجموعة ب

مقدمة :

مجموعة فيتامينات ب تشتمل على عدة فيتامينات تعمل مع بعضها البعض أى فيتامينات بينها علاقات وظيفية Functioal relationships ويحتاجها الجسم مجتمعة، وهى توجد فى كل من المملكتين الحيوانية والنباتية ويمكن تخليقها بواسطة البكتريا والخمائر والفطريات.

وتشتمل فيتامينات ب على الفيتامينات الآتية :

١- فيتامين B_1 (الثيامين) Thiamin

٢- فيتامين B_2 (الريبوفلافين) Riboflavin

٣- فيتامين B_3 (حامض النيكوتنيك) Nicotinic acid

والنيكوتناميد Nicotimamide

أو النياسين Niacin

٤-فيتامين B_6(البرودكسين)البيرودكسال والبرودكسول والبيرودكسامين Pyridoxine

٥- فيتامين B_{12} (كوبلامين) Cobalamin

٦- فيتامين B_5 (حامض البنتوثنيك) Pantothenic acid

٧- فيتامين M (الفولاسين) Folacin

٨- فيتامين H (البيوتين) Biotin

يجب أن تعطى فيتامينات المجموعة B فى صورة مخلوط أو مجتمعة مع بعضها البعض، فالكميات المعطاة منها يجب أن تكون متوازنة، فزيادة أحد أفراد فيتامينات المجموعة B فى الوجبة يؤدى إلى إحداث عدم توازن imbalance أو نقص فى أحد فيتامينات B الأخرى، حيث أن كل فيتامينات المجموعة لها وظائف متداخلة بشدة.

ويتم تخليق فيتامينات المجموعة B بواسطة بكتريا الأمعاء، وتنمو هذه البكتريا بصورة أفضل فى وجود سكر اللبن (لاكتوز) وفى وجود كميات صغيرة من الدهون فى الوجبة الغذائية. أما خلو الوجبات من اللبن milk-free diets أو بتناول مركبات السلفوناميد أو مضادات حيوية أخرى قد يؤدى إلى هدم هذه البكتريا الطبيعية.

عمومًا فإن الاحتياج من فيتامينات B يزداد فى حالات المرض، وعند تناول كميات كبيرة من المواد الكربوهيدراتية. كذلك الأطفال والحوامل والمرضعات يحتاجون إلى كميات زائدة من الفيتامينات.

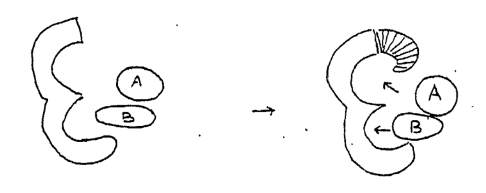
تعتبر الأغذية الطبيعية كمصدر لفيتامينات B أفضل من الفيتامينات المصنعة، حيث أن الفيتامينات الطبيعية تحمل كل أفراد المجموعة B ومنها ما لم يتم اكتشافه حتى الآن، بجانب وجود إنزيمات أخرى ذات أهمية لعملية استفادة الجسم بالفيتامينات، أما الفيتامينات المصنعة فتفيد فى العلاج السريع لحالات النقص.

أهم المصادر الغذائية لفيتامينات المجموعة B هى الكبد واللحوم والألبان ومنتجاتها والحبوب الكاملة والبقول والخميرة.

تمتص فيتامينات B بسهولة من الأمعاء الدقيقة وتنقل بواسطة الدم إلى أجزاء الجسم المختلفة. وبسبب قابليتها للذوبان فى الماء فإن الزيادة منها تفقد خارج الجسم ولا تخزن فيه.

وجودها ضرورى لإتمام عمليات ميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، حيث أنها تعمل كمرافقات إنزيمية Co-enzymes تساعد فى تلك التفاعلات (شكل ٧-١١).

والمرافق الإنزيمى Co-enzyme عبارة عن جزىء صغير الحجم يستطيع الاتحاد مع بروتين غير نشط inactive protein ليجعله إنزيمًا نشطًا active enzyme.



المركبات B, A لا يستطيعان الالتصاق بالإنزيم لإتمام التفاعل

المركبان B, A يستطيعان الالتصاق بالإنزيم فى وجود مرافق الإنزيم

شكل (٧-١١) دور مرافق الإنزيم مع الإنزيم فى المساعدة فى التفاعلات

الفيتامين جزء من تركيب المرافق الإنزيمى الذى وجوده ضرورى وأساسى كى يستطيع الإنزيم المساعدة فى إتمام التفاعلات الإنزيمية، ولذا فإن الفيتامينات ضرورية، ويحتاجها الجسم باستمرار لإتمام التفاعلات الحيوية.

وبصفة عامة ففيتامينات المجموعة B ضرورية للمحافظة على صحة الأعصاب، سلامة الجهاز الهضمى وسلامة الجلد والأغشية الطلائية للعين والفم.

وتشتمل أعراض نقص فيتامينات المجموعة B على فقد الشهية والتعب والتوتر والأنيميا والاضطراب العصبى علاوة على التهاب الجلد واحمرار اللسان وسقوط الشعر.

فيما يلى عرض لخصائص كل فيتامين من فيتامينات المجموعة B.

فيتامين B_1 (**الثيامين**) Vitamin B_1 (Thiamin) :

الفيتامين المانع للبرى برى Antiberi-beri Vit. ***أو الفيتامين الضابط للأعصاب***

عرف مرض البرى برى الناتج من نقص الثيامين فى الوجبة الغذائية فى الصين منذ عهد بعيد (حوالى ٢٦٠٠ سنة قبل الميلاد)، وقد يكون أقدم مرض عرف نتيجة نقص عنصر غذائى.

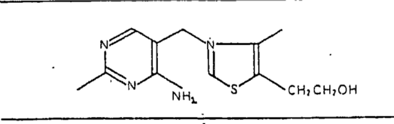
وكان أول من لاحظ علاقة المرض بالوجبة الغذائية هو Takaki سنة ١٨٨٤، وفى سنة ١٨٩٠ تمكن من الوصول إلى أن هناك مادة قابلة للذوبان فى الماء، توجد منتشرة فى قشر الأرز، لها علاقة بهذا المرض.

وخلال الحرب العالمية الأولى ظهرت أعراض مرض البرى برى على الجنود الإنجليز الذين كانوا يعتمدون فى غذائهم على الخبز الأبيض، بينما لم تظهر على الجنود الهنود الذين كانوا يحاربون معهم، والذين كانوا يعتمدون فى غذائهم على الخبز الأسمر، أى المصنوع من دقيق حبوب القمح الكاملة أو الدقيق ذى نسبة الاستخلاص العالية، وحينما نفذ غذاء الجنود الإنجليز نتيجة للحصار اضطروا إلى الاستعانة فى غذائهم بالخبز الأسمر، وهنا بدأ أعراض مرض البرى برى فى الاختفاء، وكان لابد من ملاحظة الاختلاف فى طبيعة غذاء كل من الطرفين.

وفى عام ١٩١٣ أعلن Funk استخلاصه للمادة الفعالة فى أغلفة الأرز، والمانعة لمرض البرى برى فى الإنسان فى صورة نقية ومركزة، وفى سنة ١٩٣٠ أمكن تخليق الفيتامين.

تركيب الثيامين :

يتكون جزىء الثيامين من حلقة بريميدين **pyrimidine ring** ومركب الثيازول **thiazol** يرتبطان معًا عن طريق رابطة مثيلينية، ويحتوى الفيتامين على ذرة نيتروجين رباعية **quaternary N atom** (شكل ٧ - ١٢).



شكل (٧-١٢) تركيب Thiamin

وأمكن تصنيع الفيتامين فى صورة هيدرو كلوريد الثيامين.

خصائص الثيامين :

الثيامين سريع الذوبان فى الماء، وثابت فى الوسط الحامضى حتى على درجات حرارة تصل إلى ١٢٠ْم، حساس للحرارة فى المحاليل المتعادلة والقلوية، يفقد فعله الحيوى بالأكسدة والأشعة فوق البنفسجية. كما يتلف الفيتامين بمعاملة بعض الأغذية بغاز SO_2 بغرض الحفظ، حيث تنفصل نواة البريميدين عن الثيازول ويفقد الفيتامين فعله الحيوى.

أما أثناء معاملة الأغذية بالحرارة (عمليات الطهى) فإن فقد الثيامين يتراوح بين ٢٠-٤٠٪ أو أكثر، وذلك إما بسبب القابلية للذوبان فى الماء أو بتأثير الحرارة والأكسدة.

وجود أو مصادر الثيامين :

أهم مصادر فيتامين B_1 الحبوب الكاملة أو الدقيق الأسمر، حيث يتركز الفيتامين فى أغلفة الحبوب أو فى الردة؛ إذ تحتوى عى حوالى ٩٠٪ منه، بينما الدقيق الأبيض (الاندوسيرم) لا يحتوى على أكثر من ١٠٪.

البقول، المكسرات، اللحوم، الكبد، الخميرة، اللبن ومنتجاته، معظم الخضروات.

يمكن القول بأن الفيتامين يوجد فى جميع الأنسجة النباتية والحيوانية، كما يتضح من الجدول (٧ - ١١) :

جدول (٧-١١) محتوى بعض الأغذية من الثيامين

الغذاء	ثيامين (مجم / ١٠٠ جم)
أغذية نباتية :	
دقيق قمح كامل	٠,٣٦ - ٠,٥
٨٥٪ استخلاص	٠,٣ - ٠,٤
٧٢٪ استخلاص	٠,٠٧ - ٠,١
أرز كامل	٠,٥
أرز بدون قشر	٠,٣
قشر الأرز	٢,٣٠
بسلة خضراء	٠,٣٦
بقوليات أخرى	٠,٤ - ٠,٦
بطاطس	٠,٠٨ - ٠,١
أغذية حيوانية :	
لحم بقرى	< ٠,٦
دجاج	٠,١
لبن بقرى	٠,٠٤٥

ميتابوليزم الثيامين :

يمكن لبكتريا الأمعاء تخليق جزء من احتياجات الجسم للثيامين. وزيادة تخليق الثيامين تعتمد على عدد كبير من العوامل تشتمل على نوع الوجبة المتحصل عليها، كما ذكر سابقاً.

يمتص الثيامين بسرعة وسهولة من الأمعاء الدقيقة، وينقل مع الدم إلى الكبد وأجزاء الجسم، حيث يتحول بعملية فسفرة phosphorylation إلى مرافق إنزيم هو thiamin- pyro-phosphate (TPP) وهو من نوع co-carboxylase وتتم عملية الفسفرة فى أغلب أنسجة الجسم، ولكنها تتم بصفة أساسية فى خلايا الكبد.

مستوى الثيامين فى دم الإنسان حوالى ١٠ ميكروجرام / ١٠٠ مل، ويكون فى صورة co-carboxylase وحوالى ١ ميكروجرام / ١٠٠ مل فى صورة فيتامين حر thiamin.

وتحتوى خلايا الدم البيضاء على تركيزات عالية من الثيامين تصل إلى ١٠٠ ميكروجرام / ١٠٠مل.

الكميات الزائدة من الفيتامين تفرز مع البول بعد عملية نزع الفوسفور dephosphorylation والتى تتم فى الكلى (ويحتمل حدوثها فى أعضاء أخرى) حيث يفرز الفيتامين الحر thiamin مع البول وكميات قليلة منه تفرز مع العرق.

وظائف الفيتامين :

يقوم الفيتامين بدور هام فى عمليات انطلاق الطاقة من المواد الكربوهيدراتية ويدخل الثيامين فى هذه التفاعلات فى صورة مرافق الإنزيم co-carboxylase والذى يساعد على إزالة المجموعة الكربوكسيلية أثناء ميتابوليزم المواد الكربوهيدراتية، ويساعد هذا الإنزيم فى تحويل الجلوكوز إلى دهن (transketolation).

ولذا فإنه عند نقص الثيامين فإن النواتج الوسطية لميتابوليزم الكربوهيدرات تتراكم فى أنسجة الجسم، مما يؤدى إلى ظهور أعراض مرضية. ومثال على ذلك إزالة المجموعة الكربوكسيلية من حمض البيروفيك تحتاج إنزيم (TPP)،وفى حالة نقصه فإنه يؤدى إلى زيادة حمض البيروفيك فى الدم، مما يؤثر على نشاط عضلات الجسم.

ولذلك فإن الثيامين له أهمية كبيرة بالنسبة للعضلات عامة ولعضلات الأمعاء بوجه خاص، إن نقص الثيامين يؤدى إلى ضعف هذه العضلات مما ينتج عنه اضطراب الجهاز الهضمى وحدوث حالات الإمساك وضعف الشهية.

وحيث أن الثيامين يؤثر على الهضم واضطرابه، لذا فإنه يؤثر على مدى الاستفادة من الغذاء، وبالتالى على النمو، وبخاصة الأطفال فى مراحل نموهم السريع.

يحافظ الثيامين على سلامة الجهاز العصبى فى الجسم، كما أن إنزيم (TPP) هام فى العمليات الميتابوليزمية لكل من الكربوهيدرات والدهون، حيث أنه يساعد على إزالة المجموعة الكربوكسيلية من حمض الألفا كيتوجلوتاريك alpha-ketoglutaric acid ليكون حامض السكسنيك succinic acid. وهو هام أيضًا لتخليق acetylcholine وهو ناقل عصبى لازم الأداء العديد من وظائف المخ منها التذكر.

كما أن إنزيم (TPP) يساعد فى تكوين سكر الريبوز ribose (وهو سكر خماسى) وذلك عن طريق تنشيط إنزيم transketolase، وهذا التفاعل هام حيث أن سكر الريبوز يدخل فى تكوين الأحماض النووية RNA, DNA ولذا فهو مهم فى إنتاج الدم وأيضًا فى المناعة.

أعراض نقص الثيامين :

أجريت العديد من التجارب لإحداث حالات نقص الثيامين فى بعض المتطوعين أكثر من ٢٥ عامًا مضت. وقد ظهر على المتطوعين أعراض مميزة اشتملت على : التعب، عدم القدرة على التركيز، سرعة التهيج. وعمومًا أمكن إخفاء هذه الاعراض عند تعاطى الكميات المناسبة من الثيامين، ولكن كانت هناك اعراض مرضية فى الجهاز العصبى لم يمكن علاجها حيث كانت غير عكسية.

ويحدث نقص الثيامين إما لقلة الكميات المتناولة منه، أو لأن كمية الكربوهيدرات المتناولة كبيرة وغير متناسبة مع كمية الثيامين، وأثناء فترة الحمل والرضاعة، وأثناء مرحلة الطفولة، وكذا عند زيادة المجهود العضلى المبذول، يزاد احتياجات الجسم من الثيامين.

كما يظهر نقص الثيامين athiaminosis فى بعض حالات الحمى pyrexia زيادة إفرازات الغدة الدرقية hyper thyroidism أو فى حالة الأمراض التى تتداخل مع الامتصاص والتمثيل السليم له مثل أمراض المرارة.

وأهم أعراض نقص الثيامين هى :

أولاً : بالنسبة للأطفال :

يعتبر برى برى الأطفال من الأمراض الحادة acute disease بعكس برى برى الكبار، والذى يكون معظمه مزمنًا، وحتى الحاد منه يكون مرتبطًا بأمراض مزمنة، وعادة تكون علامات الإصابة الأولية بسيطة جدًا بحيث لا يمكن للأم أن تلاحظها. ويتطور المرض سريعًا، ويؤدى للوفاة إذا لم يتم علاجه، وعادة يحدث بصورة فجائية fulminant بين سن ٢- ٤ أشهر، ويقل معدل الإصابة به بعد ٦ أشهر.

ويمكن تلخيص الأعراض المرضية لبربرى الأطفال حسب سرعة انتشار المرض فيما يلى :

١- الإصابة الحادة للقلب acute cardiac : وتظهر هذه الأعراض بطريقة فجائية بين عمر ٢ - ٤ أشهر، بظهور قلق على الطفل وصراخه على فترات وضيق تنفس، ويصبح الطفل باهت اللون pale ولكن مزرق cyanosed، وتظهر علامات فشل الجهاز الدموى، وقد تحدث الوفاة فى ظرف ساعات أو دقائق.

٢- فقد الصوت aphonic : تظهر عادة فى سن بين ٥ - ٧ أشهر، وتبدأ بإصابة الطفل بالسعال مما يشير إلى إصابة الجهاز التنفسى، بعد ذلك تحدث خشونة فى الصوت أو بحة فى الصوت hoarseness, dysphonia ثم يفقد الصوت ويبكى الطفل بدون صوت نتيجة لحدوث شلل لأعصاب الحنجرة laryngeal nerve paralysis أو حدوث استسقاء للحنجرة.

٣- التهاب سحائى كاذب pseudomeningeal ويشمل جملة أعراض تشبه أعراض التهاب السحائى للأطفال الكبار. وتظهر فى الأطفال بين سن ٨ - ١٠ أشهر وتكون مصحوبة ببلادة أو فتور apathy ونعاس drowsiness مع رجوع الرأس للخلف وعلامات زيادة الضغط داخل الجمجمة intracranial pressure.

ثانيًا : بالنسبة للبالغين :

عمومًا يؤدى نقص الثيامين إلى اضطراب الجهاز العصبى والجهاز الهضمى والقلب كما يؤدى إلى اضراب ميتابوليزم الكربوهيدرات وتراكم حامض البيروفيك فى الدم وفقدان الشهية وتوقف النمو وضعف عام وسرعة التهيج والميل للمشاجرة والشعور بالحزن والخوف وكثرة النسيان والأرق مع شعور بالتعب السريع والصداع والدوار وتغيرات فى ملمس الجلد واضطراب ضربات القلب وصعوبة التنفس والتهاب الأعصاب وآلام الجسم وضمور العضلات وتقلصها، كما يصعب السير. وتبدأ هذه الأعراض من أسفل إلى أعلى أى تبدأ من القدم ثم الساق ثم الأذرع والأيدى ويفقد المريض القدرة على الحركة ويصاب بالإمساك.

وفى حالات النقص الشديد يصاب الفرد فى النهاية بمرض البرى برى وهو ثلاثة :

النوع الأول : وهو البرى برى الجاف dry beriberi : وهو يصيب عادة البالغين حيث يصيب الجهاز العصبى فيحدث التهاب الأعصاب الدائرية peripheral polyneuritis وشلل paralysis واضمحلال العضلات muscle atrophy وتبدأ الأعراض على الأرجل ثم تشمل الجهاز العصبى.

النوع الثانى : البرى برى الرطب wet beriberi : يحدث التأثير أساسًا على الجهاز الدورى حيث يحدث احتقان فى القلب يؤدى إلى هبوط فى القلب congestive heart failure مصاحبًا لحدوث تمدد فى القلب cardiac dilatation وقصور فى الأوعية الدموية، وظهور الأوديما بوضوح فى الأنسجة. يؤدى ذلك إلى صعوبة التنفس dyspnea وعدم انتظام ضربات القلب وارتفاع الضغط . وظهور السوائل فى التجويف البلورى وحول القلب.

أما النوع الثالث فهو البرى برى الحاد acute fulminating type : ويحدث بصورة فجائية ويصيب القلب بالتضخم، وهو من الحالات الخطيرة.

الاحتياجات :

ترتبط احتياجات الفرد اليومية من الثيامين بعدة عوامل هى :

١- مدى احتياج الفرد للطاقة.

٢- كمية الكربوهيدرات فى الغذاء.

٣- نشاط الفرد.

وكلها لها علاقة طردية مع الاحتياج للثيامين.

والجدول (٧-١٢) يبين الكميات الموصى بها (RDA) (١٩٨٩) وهى بمعدل حوالى ٠,٥ مجم/ ١٠٠٠ كالورى.

جدول (٧-١٢) الكميات اليومية الموصى بها من Thiamin / اليوم ومن الطاقة

الفئة	العمر بالسنوات	الطاقة المتناول كالورى	Thiamin ملجم/ اليوم/ الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٦٥٠	٠,٣
	٠,٥ - ١,٠	٨٥٠	٠,٤
أطفال	١-٣	١٣٠٠	٠,٧
	٤-٦	١٨٠٠	٠,٩
	٧-١٠	٢٠٠٠	١,٠٠
ذكور	١١-١٤	٢٥٠٠	١,٣
	١٥-١٨	٣٠٠٠	١,٥
	١٩-٢٤	٢٩٠٠	١,٥
	٢٥-٥٠	٢٩٠٠	١,٥
	٥١ +	٢٣٠٠	١,٢
إناث	١١-١٤	٢٢٠٠	١,١
	١٥-١٨	٢٢٠٠	١,١
	١٩-٢٤	٢٢٠٠	١,١
	٢٥-٥٠	٢٢٠٠	١,١
	٥١ +	١٩٠٠	١,٠٠
حامل		٣٠٠ +	١,٥
مرضع		٥٠٠ +	١,٦

ويمكن سد هذه الاحتياجات بالنسبة للبالغ عن طريق تناول ١ رغيف مصنوع من دقيق القمح الكامل أو ٢٥٠ جم بقول خضراء، أو ٢٠٠ جم لحم بقرى.

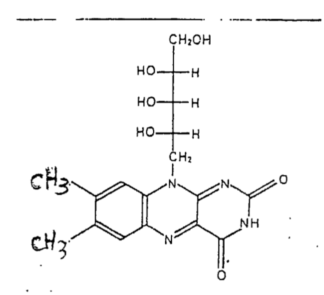
فيتامين ب٢ أو الريبوفلافين Vitamin B_2, Riboflavin :

سنة ١٩٢٠ اكتشف العلماء أن فيتامين B الموجود فى الغذاء نوعان : نوع يتلف بالحرارة وهو المضاد لمرض البرى برى ويسمى فيتامين B_1 أما النوع الثانى فثابت للحرارة، وهو هام للنمو وأطلق عليه B_2.

وتم عزل الفيتامين من بياض البيض واللبن والكبد والخميرة وبعض الأغذية النباتية، وتم معرفة تركيبه الكيميائى وتخليقه سنة ١٩٣٥.

تركيب الفيتامين :

الريبوفلافين عبارة عن مشتق من الأيزو ألوكسازين iso-alloxasine derivative مع سلسلة ريبيتول ribitol، ووجود مجموعتى الميثايل مهم لبقاء فعله الحيوى وغيابهما يؤدى إلى تكوين مواد سامة فى الجسم (شكل ٧-١٣).



شكل (٧-١٣) تركيب الريبوفلافين

خواص الريبوفلافين :

يعتبر الفيتامين ثابت الحرارة ولا يتأثر بالأكسجين الجوى. يذوب بصعوبة فى الماء ومحلوله يظهر خاصية الفلورسنت القوية. ثابت فى المحاليل الحامضية القوية وغير ثابت فى الوسط القلوى أو عند تعرضه للضوء أو الأشعة فوق البنفسجية.

ولا يتأثر كثيرًا بعملية الطهى، حيث يتراوح الفقد منه ١٠ - ٢٠٪.

وجودة أو مصادر الريبوفلافين :

يوجد الريبوفلافين فى مختلف الأغذية، كما يتضح من الجدول (٧ - ١٣)، وعمومًا فالريبوفلافين ينتشر بصورة واسعة فى الأوراق الخضراء للخضروات وفى الحبوب الكاملة والأنسجة الحيوانية، أما الفواكه والبذور والدرنات فهى فقيرة فيه.

وتزداد نسبته فى لبن الأبقار والجاموس التى تعتمد فى غذائها على العلف الأخضر، بينما تقل نسبته فى لبن الحيوانات التى تعتمد على الأعلاف الجافة.

جدول (٧-١٣) محتوى بعض الأغذية من الريبوفلافين

الغذاء	ريبوفلافين مجم / ١٠٠جم
أغذية نباتية :	
دقيق كامل	٠,١ - ٠,٢
دقيق أبيض	٠,٤ - ٠,٠٨
خبز غامق	٠,٠٩
خبز أبيض	٠,٠٧
أرز بدون قشر	٠,٠٦ - ٠,٠٩
سبانخ	٠,٢ - ٠,٤
فاصوليا	٠,١٨
أغذية حيوانية :	
لبن بقرى	٠,١٤ - ٠,١٨
جبن	٠,٣ - ٠,٧
لحم	٠,١ - ٠,٣
بيض	٠,٤
سمك	٠,٣٤

ميتابوليزم الريبوفلافين :

يتم فسفرة الريبوفلافين فى ميكوزا الأمعاء أثناء عملية الامتصاص، ويخزن بكميات صغيرة فى الكبد، تفقد الكميات الزائدة منه مع البول، فيخرج مع البول يوميًا حوالى ٣٠٪ من كمية الريبوفلافين المتحصل عليها، ووجدت كميات صغيرة من الريبوفلافين مع العرق.

وظائف الفيتامين :

يلعب الفيتامين دورًا هامًا فى عملية تنفس الخلايا، حيث أنه يعمل كمرافق إنزيمى يساعد على نقل الهيدروجين فى عمليات التأكسد فى الخلايا الحية، وهو يدخل فى تركيب نوعين من مرافقات الإنزيم هى :

- فلافين أحادى النيوكليوتايد flavin mononucleotide (FMN)
- فلافين أدنين ثنائى النيوكليوتايد flavin adenine dinucleotide (FAD)

وفى هذين المركبين فإن الفيتامين يتحد مع بروتينات ليكون معظم الإنزيمات الفلافوبروتينية flavoprotein enzyme systems وهذه الإنزيمات هامة فى عمليات تنفس الخلايا ففى داخل الخلية يحدث العديد من تفاعلات الأكسدة والاختزال التى تتم أثناء ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات وهذه التفاعلات يتوقف حدوثها على وجود نظم إنزيمية تحتوى على كل من الريبوفلافين والثيامين والنياسين (فيتامينات مجموعة B).

- يؤثر الفيتامين تأثيرًا مباشرًا فى النمو وحفظ الصحة لأنه يدخل فى بناء الأنسجة.
- للفيتامين علاقة هامة وحيوية بالنسبة للعين وتكوين منبهات الرؤية.
- للفيتامين علاقة وثيقة بعمليات تمثيل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات فى الجسم، كما يساعد على امتصاص الحديد وتمثيله داخل الجسم.
- يقوم الفيتامين بدور هام فى بناء هيموجلوبين الدم، وتطور الأعصاب وميتابوليزم الوصلات العصبية، ويساعد فى أداء غدة الأدرينال لنشاطها، وأيضًا فى تكوين هرمون corticosteroid فى قشرة الأدرينال، كما أنه ينشط فيتامين ب٦ اللازم لتكوين النياسين من tryptophan.

أعراض نقص الريبوفلافين :

لا توجد أعراض مميزة للريبوفلافين، حيث غالبًا ما يحدث نقص هذا الفيتامين مع غيره من فيتامينات المجموعة ب، وعمومًا أمكن التعرف على الأعراض المميزة لنقص الفيتامين بعمل تجارب على المتطوعين يمكن حصرها فيما يلى :

أعراض عامة : وتتمثل فى : اضطراب الهضم، فقد الشهية وضعف عام، بطء النمو وتوقفه لدى الأطفال.

أعراض جلدية : وتشمل : التهاب اللسان، واللثة، تشقق زوايا الفم والتهابة وتشقق الشفاه cheilosis قد تظهر بعض الالتهابات الشديدة على الجلد وحول الأنف، وفى سقف الحلق (شكل ٧-١٤).

أعراض بصرية : وتمثل فى : كثرة الدموع وعدم القدرة على مقاومة الضوء photophobia احتقان أوعية العين.

أعراض أخرى: مثل انخفاض الإحساس بالحرارة وزيادة خطر الإصابة بسرطان الحلق والمرىء.

الكميات اليومية الموصى بها من الريبوفلافين :

يمكن تخليق الريبوفلافين بواسطة بكتريا الأمعاء ولكنها تنتج بكميات لا تكفى احتياجات جسم الإنسان.

والاحتياج اليومى من الريبوفلافين يتوقف على مدى احتياج الفرد للطاقة. والكميات اليومية الموصى بها من الريبوفلافين حسب RDA (١٩٨٩) موضحة فى الجدول (٧-١٤)، وهى بمعدل حوالى ٠,٦ مجم / ١٠٠٠ كالورى والزيادة من الفيتامين تؤدى إلى أضرار بالجلد وصداع وميل للقئ ومشاكل فى الرؤية وتغيير فى ميتابوليزم الكربوهيدرات وخصوصًا الجلوكوز. كما أن الزيادة الكبيرة تضر الكبد وتؤدى إلى اصفرار الجلد والعين.



شكل (٤-١٤) أعراض نقص الريبوفلافين

جدول (٧-١٤) الكميات اليومية الموصى بها من الريبوفلافين

الفئة	العمر بالسنوات	ملجم ريبوفلافين/ اليوم/ الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٠,٤
	٠,٥ - ١,٠	٠,٥
أطفال	١-٣	٠,٨
	٤-٦	١,١
	٧-١٠	١,٢
ذكور	١١-١٤	١,٥
	١٥-١٨	١,٨
	١٩-٢٤	١,٧
	٢٥-٥٠	١,٧
	٥١ +	١,٤
إناث	١١-١٤	١,٣
	١٥-١٨	١,٣
	١٩-٢٤	١,٣
	٢٥-٥٠	١,٣
	٥١ +	١,٢
حامل		١,٦
مرضع		١,٨

النياسين Vitamin B_3 - Niacin

حمض النيكوتنيك - النيكوتين أميد Nicotinic acid, Nicotinamide

الفيتامين المانع للبلاجرا Pellagra preventive vit. (PP)

لوحظ مرض البلاجرا فى إيطاليا منذ القرن الثامن عشر، وكلمة بلاجرا بالإيطالية تعنى الجلد الخشن. وفى عام ١٩١٢ اكتشف Funk عامل مانع البلاجرا، وفى ١٩٢٦ عولجت البلاجرا فى الإنسان بتعاطى الخميرة وعزل حامض النيكوتنيك فى ١٩٣٣ من الخميرة وعرف بأنه العامل المانع للبلاجرا من عام ١٩٣٧.

تركيب الفيتامين :

الفيتامين عبارة عن Pyridine β-carboxylic acid ونيكوتينأميد عبارة عن أميد الحامض (شكل ٧-١٥).

R = -OH
Nicotinic acid

R = -NH2
Nicotinamide

شكل (٧-١٥) تركيب النياسين

خواص الفيتامين :

الفيتامين يذوب فى الماء، والصورة الأميدية أكثر قابلية للذوبان من الحامض ويعتبر من أكثر الفيتامينات ثباتًا ضد العوامل المختلفة مثل الحرارة والأحماض والقلويات والأكسدة والضوء. ولا تزيد الكمية التى تفقد منه أثناء إعداد وطهى الأغذية عن ١٥- ٢٥ ٪.

وجوده ومصادره :

من أهم مصادر النياسين : اللحوم والكبد والأسماك والبقول وبعض الخضروات كالسبانخ والجزر. وقد يوجد فى بعض الأغذية النباتية فى صورة معقدة غير قابلة للامتصاص، ويعتبر الحمض الأمينى التربتوفان مولد Precursor للناسين. والجدول (٧ - ١٥) يبين محتوى بعض الأغذية من النياسين.

جدول (٧-١٥) محتوى بعض الأغذية من النياسين

الغـذاء	نياسين (مجم / ١٠٠ جم)
أغذية نباتية :	
دقيق قمح كامل	٤,٨ - ٥,٥
مكرونة	١ - ٢
استخلاص ٨٠٪	٠,٩ - ١,١
استخلاص ٧٠٪	٠,٧ - ٠,٨
دقيق ذرة	٢,٠
بطاطس	٠,٩
بقول جافة مطهية	١ - ٢
طماطم	٠,٩
جزر	٠,٧
أغذية حيوانية :	
لحوم	٤,٠ - ٥,٨
أسماك	٢,٠ - ١١,٠
تونة	٤٠ - ٤٥ / علبة
بيض	٠,٠٣
لبن بقرى	٠,٠٧ - ٠,٤
جبن	١,٠ - ٢,٠

ميتابوليزم النياسين :

يمتص النياسين بسهولة مـن الأمعـاء الدقيقـة، ويتحـول فـى الجسـم الحـى إلى مرافقات إنزيمية لذلك فهو يوجد فى مختلـف أجـزاء الجسـم، ووجـد أن الجسـم يخلـق كميات صغيرة من الحامض وأميده عن طريق بكتريا الأمعاء الدقيقة.

وظائف النياسين :

يتحـول كـل مـن الحـامض وأميـده فـى الجسـم إلى مرافقـات إنزيميـة خاصـة بعمليات تنفس الخلية والخاصة بنقل الإيدروجين وهى :

مرافق الإنزيم١ وهو (NAD) Nicotinamide adenine dinucleotide

مرافق الإنزيم٢ وهو (NADP) Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate

ويعمل NADP, NAD مع إنزيمات التنفس، ويلعب النياسين دورًا حيويًا هامًا فيما يلى :

- يدخل النياسين فى تركيب مرافقات الإنزيمات NAD, NADP التى تلعب دورًا هامًا فى تنفس الخلايا. ويساعد فى خفض كولسترول الدم.
- ينقل الهيدروجين ويدخل فى تركيب وتحلل المواد الكربوهيدراتية حيث يستخدم NAD فى تخليق الجليكوجين، ثم هدمه لإطلاق الطاقة.
- يساعد على تكوين خلايا الدم الحمراء. وأيضًا زيادة فاعلية الأنسولين.
- يساعد على النمو عند الأطفال.
- يساعد فى بناء الأحماض الدهنية والبروتين وDNA.

أعراض نقص النياسين :

تظهر البلاجرا نتيجة لحدوث نقص شديد إما فى فيتامين niacin أو مولدة، وهو الحمض الأمينى التربتوفان والذى يتحول بسهولة إلى النياسين بنسبة ٦٠ : ١.

ويرتبط نقص النياسين البسيط بتناول وجبات تتكون أساسًا من الذرة أو محتوية على كميات بسيطة من البروتينات المحتوية على الحمض الأمينى الترتبتوفان. ولذلك تنتشر البلاجرا فى المناطق التى ينخفض مستواها الاقتصادى بجانب اعتمادها أساسًا على وجبات محتوية على الذرة، وعادة ينتشر بين المجاميع الآتية :

١-الأفراد أو المجاميع الفقيرة التى تستمر لفترات طويلة على عادات غذائية خاطئة وعادة تتميز وجبات هؤلاء الأفراد بانخفاض محتوى وجباتهم من الطاقة عمومًا، ارتفاع محتواها من المواد الكربوهيدراتية والدهون نسبيًا، انخفاض محتواها من البروتينات والفيتامينات والمعادن وغياب أو عدم تناول الخضروات والفاكهة الطازجة واللحوم الحمراء والبيض واللبن ومنتجاته.

٢-الأفراد المصابين بأمراض معينة تتداخل مع شهية الفرد أو تؤثر على امتصاص أو تمثيل الغذاء، فعادة يظهر نقص النياسين وsecondary tryptophan الثانوى نتيجة للإصابة بأمراض الإسهال المزمن، سوء الامتصاص، تليف الكبد والمرارة، السل، أو أى من الأمراض التى تؤثر على عمليات الميتابوليزم.

٣-مدمنى الخمر.

٤-المرضى الذين يعالجون لمدة طويلة بدواء isonicotinic acid hydrazide وهذا المركب مضاد لفيتامين B_6 (pyridoxine) وبالتالى يسبب نقص لهذا الفيتامين ويعتبر هذا الفيتامين B_6 ضرورى لتحويل الحمض الأمينى الترتبوفان إلى نياسين.

وهناك أيضًا أسباب أخرى لظهور البلاجرا فى بعض البلاد، ففى الهند يتناول الأفراد كميات كبيرة من الحبوب تعرف باسم jower بجانب الذرة فى وجباتهم اليومية، ووجد أن هؤلاء الأفراد ينتشر بينهم البلاجرا. وقد فسر ذلك بأن jower يحتوى على نسبة عالية من الحمض الأمينى leucine (كما هو الحال فى الذرة) وقد وجد أن ارتفاع leucine يتداخل مع ميتابوليزم الترتبتوفان والنياسين.

أعراض المرض :

عادة يعانى الأفراد المصابين بالبلاجرا بسوء التغذية والضعف العام وانخفاض وزنهم عن الوزن المفروض لسنهم. وتبدأ الأعراض بشعور بالتعب والكسل وفقدان للشهية، ثم تظهر بعد ذلك الأعراض المميزة لمرض البلاجرا المعروفة باسم "3Ds" وهى:

- التهاب الجلد Dermatitis
- الإسهال Diarrhea
- اضطراب الجهاز العصبى Dementia

- التهاب الجلد Dermatitis :

ويعتبر من أهم علامات المرض هو مظهر جلد المريض، تبدأ الحالة بحدوث التهاب فى الجلد، ثم يزداد عمق لون الجلد وتفقد هذه المناطق مظهرها الصحى اللامع، وتصبح جافة خشنة، وقد تتشقق، وقد تبقى هذه الحالة كما هى أو تتحسن أو تزداد سوءًا إذا ساءت الحالة، فتظهر قشور على هذه المناطق ثم تتشقق وتتقرح وتظهر هذه الحالة فى جميع أجزاء الجسم المعرضة للضوء (الوجه، الرقبة، الأيدى، الأذرع، الأقدام) بشكل متناظر (شكل ٧-١٦)، ويسبب ذلك حرقانًا شديدًا وآلامًا. هذا التناظر يوضح أنه يوجد علاقة بين ظهور هذه الأعراض والجهاز العصبى المركزى -كما أن الحالات المتأخرة من المرض تنتهى بتدهور المخ والجنون ثم الوفاة.

كما تلتهب الأغشية المخاطية المبطنة للأنف والفم، ويلتهب اللسان وينتفخ ويزداد إفراز اللعاب ويصبح لون اللسان احمر ويزداد الشعور بالألم وتظهر فيه تقرحات مؤلمة مما يسبب رفض المريض تناول الأكل.




ب (بعد العلاج) أ (قبل العلاج)

شكل (٧-١٦) أعراض نقص النياسين على اليدين

الإسهال Diarrhea :

يحدث أيضًا التهاب شديد فى جميع الأغشية المخاطية الباطنة للجهاز الهضمى وظهور قرحات سطحية، وقد يحدث نزيف. وتختفى الإفرازات المعدية والبنكرياسية، ويعتبر هذا هو السبب الأساسى لسوء الهضم وحالات الإسهال الشديدة المرتبطة بالبلاجرا.

وتبدأ أعراض اضطراب الجهاز الهضمى بالشعور بالحرقان وعدم الراحة، وانتفاخ وتكرار التجشؤ وقيء، يتبع ذلك الإسهال وقد يكون مدمم.

اضطراب الجهاز العصبى Dementia :

تتفاوت الأعراض العصبية، ويمكن تلخيصها فى حدوث صداع، ويصبح الفرد عصبيًا سريع التهيج، مع فقدان الذاكرة وإحساس بالحزن والخوف والأرق والهذيان والإغماء وتدهور عام فى الجهاز الهضمى، ويقل الإحساس باللمس الخفيف. ولكن نادرًا ما يحدث شلل فى مرضى البلاجرا.

الاحتياجات من الفيتامين :

يقدر الاحتياج من النياسين على أساس جزء من **tryptophan** فى الغذاء

يتحول بمعدل ٦٠ : ١ وعلى هذا فيكون الاحتياج على أساس ملجم مكافئ نياسين.
ويوضح جدول (٧-١٦) الكميات الموصى بها حسب RDA (١٩٨٩).

مثال لحساب مكافئ النياسين :

إذا فرض أن كمية من اللبن بها ٤٤٩مم tryptophan، ١,٧ ملجم نياسين

∴ كمية النياسين المتكونة من tryptophan = $\frac{٤٤٩}{٦٠}$ = ٧,٥ ملجم نياسين من tryptophan.

وعلى هذا تكون هذه الكمية من اللبن : ٧,٥ + ١,٧ = ٩,٢ ملجم مكافئ نياسين.

وترتبط الاحتياجات اليومية من النياسين بمدى احتياج الفرد للطاقة، وتقدر بحوالى ٦ ملجم مكافئ نياسين لكل ١٠٠٠ كالورى. ولا يقل الاحتياج الكلى عن ١٣ ملجم مكافئ نياسين إذا كان المتناول أقل من ٢٠٠٠ كالورى.

ويمكن تغطية هذه الاحتياجات بتناول (١) رغيف دقيق كامل أو ٦٠٠ جم بطاطس أو ٦٠٠ جم طماطم أو ١٥٠٠ جم لبن أو ١٠٠ جم سمك.

وبالنسبة للرضع حتى عمر شهور يكون الاحتياج يساوى ٧,٧ ملجم مكافئ نياسين ١٠٠٠ كالورى، وللرضع فوق ٦ شهور من العمر وللمراهقين ٧,١ ملجم مكافئ نياسين، يزاد بالنسبة للحمل ٢ ملجم مكافئ نياسين، وبالنسبة للرضاعة يضاف ٣,٣ ملجم مكافئ نياسين.

جدول (٧-١٦) الكميات الموصى بها من مكافئ النياسين والطاقة والبروتين/ الفرد/ اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	الطاقة كالورى	بروتين جم	مكافئ النياسين ملجم
رضع	صفر - ٠,٥	٦٥٠	١٣	٥
	٠,٥ - ١,٠	٨٥٠	١٤	٦
أطفال	١-٣	١٣٠٠	١٦	٩
	٤-٦	١٨٠٠	٢٤	١٢
	٧-١٠	٢٠٠٠	٢٨	١٣
ذكور	١١-١٤	٢٥٠٠	٤٥	١٧
	١٥-١٨	٣٠٠٠	٥٩	٢٠
	١٩-٢٤	٢٩٠٠	٥٨	١٩
	٢٥-٥٠	٢٩٠٠	٦٣	١٩
	٥١ +	٢٣٠٠	٦٣	١٥
إناث	١١-١٤	٢٢٠٠	٤٦	١٥
	١٥-١٨	٢٢٠٠	٤٤	١٥
	١٩-٢٤	٢٢٠٠	٤٦	١٥
	٢٥-٥٠	٢٢٠٠	٥٠	١٥
	٥١ +	١٩٠٠	٥٠	١٣
حامل		٣٠٠ +	٦٠	١٧
مرضع		٣٠٠ +	٥٠	٢٠

البرودكسين ب٦ Pyridoxine B_6 :

يرجع تاريخ اكتشاف هذا الفيتامين إلى ١٩٣٤ حيث لاحظ Györgу وجود مادة فى الخميرة لها أثر كبير فى منع حدوث نوع من التهاب الجلد فى الفئران، وعلاجها أيضًا، وسميت هذا المادة فيتامين B_6.

وعزل سنة ١٩٣٩ ثم عرف بعد ذلك أنه عبارة عن مجموعة من مركبات قريبة الشبه فى التركيب، ويمكن أن يتحول المركب من صورة إلى الأخرى بيريدوكسول pyridoxol، وبيريدوكسال pyridoxal، وبيريدوكسامين

pyridoxamine، وعادة يوجد pyridoxal وpyridoxamine فى الأنسجة الحيوانية، أما pyridoxol فيوجد فى الأنسجة النباتية، وعادة يستخدم اسم بيريدوكسين بصفة عامة عند الإشارة إلى أى صورة من صور فيتامين B_6.

تركيب الفيتامين : تشتمل صورة الفيتامين على :

Pyridoxol وهو عبارة عن كحول

Pyridoxal وهو عبارة عن ألدهيد

Pyridoxamine وهو عبارة عن أمين

ويظهر التركيب الكيميائى لهذه المركبات فى شكل (٧-١٧) بحيث أن R عبارة عن :

CH_2OH بالنسبة للكحول

CHO بالنسبة للألدهيد

CH_2NH_2 بالنسبة للأمين

R
HO
CH_2CH_2OH
H_3C
N
CH_3

شكل (٧-١٧) فيتامين B_6

خواص الفيتامين :

أمكن عزل هذه المركبات فى صورة بللورات عديمة اللون، تذوب فى الماء، ثابتة للحرارة، ولكنها تهدم بواسطة القلويات والأشعة فوق البنفسجية، وتفقد حوالى ٥٠٪ من B_6 الموجود فى الأغذية أثناء المعاملات المختلفة من تسويق وتخزين وحفظ وطهى.

مصادر البيرودكسين :

مصادر الثلاث أشكال أو المركبات توجد منتشرة انتشارًا واسعًا بتركيزات صغيرة فى جميع الأنسجة النباتية والحيوانية، فيوجد الفيتامين فى صورة pyridoxol فى

الأغذيـة النباتيـة، وفـى صورتـى pyridoxal وpyridoxamine فـى الأغذيـة الحيوانيـة. ويبين الجدول (٧ – ١٧) أهم مصادره فى الوجبات الغذائية.

جدول (٧–١٧) وجود فيتامين B_6 فى بعض الأغذية

أغذية نباتية	فيتامين B_6 (مجم/١٠٠جم)	أغذية حيوانية	فيتامين B6 (مجم/١٠٠جم)
دقيق كامل	٠,٤ – ٠,٧	لبن بقرى	٠,٠٣– ٠,٣٠
دقيق مستخلص ٨٠٪	٠,١ – ٠,٣	جبن	٠,٠٤– ٠,٨٠
دقيق مستخلص ٧٠٪	٠,٠٨ – ٠,١٦	بيض	٠,٢٥
زبيب	٠,٣٤ /كوب	لحوم	٠,٠٨– ٠,٣٠
بطاطس	٠,١٤ – ٠,٢٣	أسماك	٠,٤٥
سبانخ	٠,٢٢	كبد	١٥,٠
فاصوليا	٠,١٠	تونة	٠,٥١ / علبة
بسلة	٠,١٦		
بسلة خضراء مطهية	٠,٣٣ / كوب		
جزر	٠,٧٠		
موز	٠,٧٠ واحدة متوسطة		
برتقال	٠,٠٥		

ميتابوليزم فيتامين B_6 :

غير معروف تمامًا العوامل التى تؤثر على امتصاص فيتامين B_6، ولكنه يمتص بسهولة من الأمعاء الدقيقة، ويساعد انخفاض رقم حموضة الأمعاء (pH) على زيادة امتصاص البيرودكسين، وتحدث فسفرة لصور الفيتامين المختلفة بمساعدة إنزيم phosphokinase لتكون مرافقات إنزيمية هى pyridoxaminephosphate وpyridoxal phosphate والتى تعمل مع العديد من الإنزيمات الضرورية لميتابوليزم البروتينات والكربوهيدرات والدهون، وعمليات انطلاق الطاقة مثل transaminases,decarboxylases,deaminases وإنزيمات أخرى مثل phosphorylases.

وظائف فيتامين B_6 :

لفيتامين B_6 دور أساسي في ميتابوليزم الأحماض الأمينية، فتفاعلات نقل الجاميع الأمينية transamination من حمض أميني إلى بعض مركبات الألفا-كيتو لتخليق أحماض أمينية أخرى يحتاجها الجسم.

أما تفاعلات إزالة المجاميع الأمينية deamination من الأحماض الأمينية فهي تمثل خطوة هامة قبل تحرير الطاقة من البروتينات وتفاعلات إزالة المجاميع الكربوكسيلية decarboxylation من الأحماض الأمينية ينتج عنها مركبات تعمل كمواد منظمة ضرورية للجسم essential body-regulating compounds مثل serotonin وnorepinephrine وdopamine وهذه تلعب دورًا كبيرًا في المزاج والعمليات العقلية.

كما يساعد فيتامين B_6 في تحويل الحمض الأميني Tryptophan إلى النياسين ويدخل الـpyridoxal في تركيب إنزيم glycogen phosphorylase. ومعظم الفيتامين الموجود في جسم الإنسان يكون على هذه الصورة، والذي يساعد في تحرير الطاقة من الجليكوجين وتكوين المركب glucose-1-phosphate.

أما دور pyridoxine في ميتابوليزم الدهون فهو غير واضح، ويحتاج لمزيد من الدراسات، إلا أن Witten وHollnsen سنة ١٩٥٢ يذكران أن فيتامين B_6 مسئول عن تحويل حامض لينولينك إلى حامض أراكيدونيك، علاوة على أنه قد وجد أن الأعراض الجلدية التي تنشأ عن نقص pyridoxine تشبه تلك التي تنشأ عن نقص الأحماض الدهنية غير المشبعة الأساسية، ويمكن علاجها بإعطاء الأحماض الدهنية الأساسية. وبالعكس، أي أنه يمكن علاج الأعراض الجلدية الناشئة عن نقص الأحماض الدهنية الأساسية بواسطة إعطاء البيريدوكسين (Sherman سنة ١٩٥٠) و(Dueul & Reiser سنة ١٩٥٥)،. كما يساعد في تكوين مادة Prostaglandin واللازمة للعديد من الوظائف كتنظيم الضغط ووظائف القلب. كما يدخل في نقل مجاميع sulfydryl (HS) من methonine إلى serine لتكوين cysteine.

ويدخل هذا الفيتامين في نقل المجموعة أحادية الكربون single carbon unit حيث أنه يدخل في تحويل glycine إلى serine وبالعكس. كما يساعد الفيتامين في تخليق بعض الهرمونات مثل الهرمونات الجنسية.

كما أن لهذا الفيتامين دور فى تكوين الأجسام المضادة فى الإنسان، فيذكر (Hodges وزملاؤه سنة ١٩٦٢) أنه فى حالة نقص pyridoxine مع حامض pantothenic فى الإنسان أدى إلى فقدان القدرة على تكوين الأجسام المضادة لمرض التتانوس والتيفويد، ولكنه يحتاج للمزيد من الدراسات.

كما لوحظ أن pyridoxine ضرورى لتخليق مركب Porphyrin الذى يدخل فى تركيب هيموجلوبين الدم، وله دور فى تكوين الأجسام المضادة. وأيضًا فى امتصاص فيتامين B_{12}.

ويعتقد أن فيتامين B_6 له دور فى تخليق الإنزيمات اللازمة لوظائف الجهاز العصبى المركزى. كما أنه يعرف بفيتامين النساء women's vitamin فهو يعالج بعض الأعراض المصاحبة للدورة الشهرية وأيضًا الأعراض المرضية فى شهور الحمل الأولى كما أنه مهم للحفاظ على صحة الشعر والجلد.

ويدخل هذا الفيتامين فى عمليات تخليق COA, mRNA ، وميتابوليزم الأحماض النووية nucleic acids ووظائف الغدد الصماء.

أعراض نقص فيتامين B_6 :

نادرًا ما يحدث نقص فى فيتامين B_6 فى الحالات العادية نظرًا لتخليقه بواسطة فلورا الأمعاء، علاوة على انتشاره فى كثير من الأغذية. وعند إحداث حالات نقص بإعطاء الإنسان مضادات للفيتامين مثل deoxypyridine فإنه ظهرت عليه الأعراض التالية: التهاب الجلد، الأنيميا، التهاب الشفاه واللسان وتشقق أركان الفم، قد تظهر قشور على جلد الأنف والفم والعين، مع التهاب الجلد واحمراره، والتهاب الأعصاب وتشنجات. يلاحظ أن هذه الأعراض تشابه أعراض نقص فيتامينات B الأخرى التى سبق الكلام عنها، ولكن لم تختفى هذه الأعراض بتناول الثيامين أو الريبوفلافين أو النياسين، بل اختفت بتناول فيتامين B_6.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن Crawhill وآخرون سنة ١٩٥٩، سنة ١٩٦١ ذكروا أن نقص فيتامين B_6 يشجع على ترسيب إكسالات الكالسيوم فى الكلى وتكوين حصوة. كما اقترح Hillman وزملاؤه سنة ١٩٦١ أن pyridoxine يحمى الأسنان من التسوس أثناء الحمل.

ولوحظ زيادة إفراز الزانثيورنيك xanthurenic acid فى البول فى حالة نقص فيتامين B_6، والذى يمكن تقريره كميًا. كما تدل الدراسات الحديثة على تراكم الحامض الأمينى homocystiene الذى يساعد على حالة تصلب الشرايين، وقد لوحظ حديثًا أيضًا أن أكثر الفئات تعرضًا للنقص هم كبار السن ومرضى القلب وعند زيادة التوتر وعند الرياضيين أو التغذية على وجبات عالية فى الدهون. الكربوهيدرات وفى النساء التى يتعاطين حبوب منع الحمل.

ومن جهة أخرى ذكر أن نقص pyridoxine متعلق بحدوث بعض الاضطرابات الإكلينيكية منها :

- اضطراب الجهاز العصبى وذلك لأن هذا الفيتامين يساعد فى ميتابوليزم الطاقة فى المخ والأنسجة العصبية أى أداء المخ لوظائفه، ولهذا فإن نقصه يؤدى إلى حدوث تشنجات فى الإنسان البالغ والطفل وأيضًا فى الحيوان.
- الاغتراب autism وهو اضطراب فى التطور العقلى والعاطفى فى الأطفال، ويتميز بتهرب الطفل من الواقع وضعف غياب استجابته، وإن كان هذا يحتاج إلى مزيد من الدراسة، ولكن استخدام جرعات زائدة من الفيتامين تفيد فى علاج هذه الحالة.
- الأنيميا، وقد أظهرت الدراسات أن بعض أنواع الأنيميا التى لا تستجيب للعلاج بالحديد (iron resistant anemia) أمكن علاجها بواسطة B_6.
- فى بعض حالات علاج السل كيميائيًا فإن بعض الأدوية يتعارض فعلها مع عمل B_6. تظهر أعراض بعض اضطرابات الجهاز العصبى، ولهذا يفيد استخدام جرعات كبيرة من هذا الفيتامين.
- بعض الاحتياجات الفسيولوجية أثناء الحمل يمكن مقابلتها بواسطة تناول B_6، كما أنه فى حالات تناول حبوب منع الحمل يلزم تعاطى B_6.

يلاحظ أن تعاطى كميات كبيرة منه يوميًا لمدة تصل إلى ٣٣ يومًا قد يؤدى إلى حالات تسمم.

الكميات الموصى بها من البيريدوكسين :

حيث أن الفيتامين ينتج بواسطة فلورا الأمعاء، فغير معلوم الكميات اللازمة منه يوميًا، و لم تشتمل جداول RDA على فيتامين B6 قبل سنة ١٩٦٨. ولكن أمكن تقدير تلك الكميات عن طريق التصرف على محتوى الوجبة الملائمة للفرد من هذا الفيتامين.

وقد أوصت لجنة الغذاء والتغذية بالولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩٨٩ بتناول حوالى ٠,٤ - ٠,٦ مجم / ١٠٠٠ سعر حرارى أى الكميات الموضحة فى الجدول (٧-١٨).

جدول (٧-١٨) الكميات اليومية الموصى بها من فيتامين B_6

السن	فيتامين B_6 (مجم/ اليوم / الفرد)
أطفال أقل من سنة	٠,٣ - ٠,٦
أطفال من سنة - ٦ سنوات	٠,٩ - ١,٣
أولاد ورجال	١,٦ - ٢,٢
بنات ونساء	١,٨ - ٢,٠
حوامل	٢,٦
مرضعات	٢,٥

فقد الفيتامين أثناء عمليات الإعداد والطهى :

- يفقد معظم الفيتامين (٧٥٪) من الحبوب أثناء الطهى.
- التعليب والتجميد يؤدى إلى فقد الفيتامين، وخصوصًا التعليب.
- يصل الفقد نتيجة طهى الخضروات والفاكهة إلى ٥٠٪ وفى اللحم يصل ٢٥-٥٠٪.
- تخزين الخضروات مثل البطاطس على درجة منخفضة (٤,٤° م) لمدة ٦أشهر لم يحدث أى فقد يذكر.

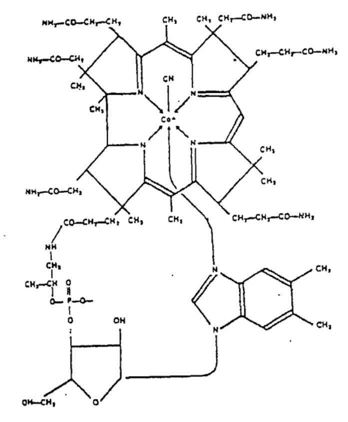
الكوبالامين - فيتامين ب١٢ Vitamin B12 - (Cobalamin) :

يعتبر فيتامين ب١٢ من الفيتامينات حديثة الاكتشاف، حيث أنه فى سنة ١٩٢٦ لاحظ كل من Minot وMurphy فى بوسطن أنه يمكن علاج الأنيميا الخبيثة

Pernicious anemia بتناول الكبد النيئة، وقد ساعد ذلك على إجراء العديد من التجارب والدراسات دامت حوالى عشرين عامًا لمحاولة عزل هذا العامل الفعال فى علاج الأنيميا، والذى سمى بواسطة Castle بالعامل الخارجى extrinsic factor اللازم لعلاج الأنيميا الخبيثة، إلى أن عرف أن هذا العامل هو فيتامين B_{12} أو الكوبالامين.

تركيب الفيتامين :

يتركب فيتامين B_{12} من ٤ حلقات بيرول pyrole rings (شكل ٧ – ١٨) ويحتوى فى مركزه على ذرة كوبلت، كما يحتوى على فوسفور ومجموعة سيانيد (-C=N) ورمزه الكيميائى $C_{63}H_{90}N_{14}O_{14}PCo$ ويسمى cyanocobalamin، ويمكن أن تحل مجموعة السيانيد مجموعة هيدروكسيد (-OH) ليعطى المركب hydroxycobalamin وهذا شائع فى الأغذية أو تحل محل مجموعة السيانيد مجموعة نتريت ($-NO_2$) ليكون nitritocobalamin،وهذه تخلقه البكتريا وهذان المركبان لهما نفس الفعل الحيوى للفيتامين.



شكل (٧–١٨) تركيب فيتامين B_{12}

كمـا يوجـد صورتـان للفيتامينـات تعمـلان كمرافقـات إنزيميـة همـا Adenocylcobalamin وهى تحتوى على adenosine مع سكر ريبوز بدلاً من مجموعة السيانيد وغالبًا هـذه الصـورة هـى شـائعة فـى الأغذيـة. أمـا الصـورة الأخـرى فهـى methylcobalamin حيث تحـل مجموعـة CH3 محـل السـيانيد، وتحتـاج عمليـة تحويـل الفيتامين إلى هـذه الصـورة الأخـرى الريبوفلافـين والنياسـين والمغنسـيوم، والصورتـان متساويتان من حيث نشاط B_{12}.

خواص الفيتامين :

فيتامين B_{12} عبارة عن بللورات هيجروسكوبية لونها أحمـر، تـذوب فـى المـاء والكحول ولا تذوب فى الأسيتون والكلوروفورم أو الأثـير غـير ثـابت فـى الأحمـاض القوية والقواعد، ثابت على درجات الحرارة العادية (درجة حرارة الغرفة). ويفقد منه ٣٠٪ عند طهى الأغذية. كمـا يفقـد ١٠ ٪ عنـد بسـترة اللبن و٤٠ – ٩٠ ٪ عنـد تجفيف اللبن.

مصادر الفيتامين :

يوجد فيتامين ب١٢ فى الأغذية بكميات صغيرة جدًا، وأهم مصادره الأغذيـة الحيوانية، أما الأغذية النباتية فقد تخلو تمامًا من فيتامين ب١٢ (جدول ٧ – ١٩).

جدول (٧–١٩) محتوى بعض الأغذية الحيوانية من فيتامين B_{12}

الغذاء	ب١٢ (ميكروجرام / ١٠٠جم)	
	طازج	مطهى
لحم	٢ – ٣	٢
كبد	٦٠	١١٨
كلى	٣٠	٥٢
قلب	٢٥	٣٠
أسماك	٥ – ١٤	–
لبن بقرى	٠,٣ – ٠,٦	–
جبن	٠,٢ – ٢,٠	–
بيض	٠,٤	٠,٨/ واحدة

ميتابوليزم فيتامين B_{12} :

يخلق فيتامين B_{12} بكميات بواسطة فلورا الأمعاء، وغير معلوم بالضبط أى كمية منها تمتص. والكمية اللازمة منه بالضبط للإنسان غير معلومة. امتصاص فيتامين ب١٢ من الأمعاء يتوقف على محتوى العصير المعدى على ما يسمى بالعامل الداخلى intrinsic factor والذى سمي بواسطة Castle ١٩٢٩ وهو عبارة عن مركب بروتينى، والدراسات الحديثة دلت على أن العامل الداخلى يتفاعل مع فيتامين B_{12} فى وجود أيونات الكالسيوم، ويحفظه أثناء نقله إلى الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة ileum والتى يتم فيها فقط امتصاص فيتامين B_{12}، وفى هذه الحالة ينفصل فيتامين B_{12} عن العامل الداخلى فى وجود أيونات الكالسيوم، ويسمح للفيتامين بدخول خلايا الميكوزا حتى يمتص. ويستغرق الامتصاص ٣ ساعات بعكس الفيتامينات الأخرى التى تمتص بعد بضعة ثوان.

يخزن الفيتامين الممتص فى الكبد ٨٠٪ منه (٢٠٠٠ - ٥٠٠٠) ميكروجرام، و١-٢٪ فى النخاع الشوكى والباقى فى الكلى والعضلات والطحال ومستواه فى الدم ٢٠٠ - ٧٠٠ بيكو جرام (picogram) / ١٠٠ مل دم (البيكوجرام = ١٠^-١٢ جرام/ ملليلتر). وينقل الفيتامين للدم بواسطة نوعين على الأقل من المركبات البروتينية تعرف بـ transcobalamin I, II. ويحتوى الجسم على ٢ - ٥ ملجم والمخزن فى الكبد يكفى عادة من ٣ - ٥ سنوات. ويمتص يوميًا حوالى ١,٥ - ٣ ميكروجرام وتنخفض نسبة الامتصاص عند المسنين حوالى ٥٪.

وظائف فيتامين B_{12}:

هناك علاقة بين كل من النشاط الفسيولوجى لكل من فيتامين B_{12} وحامض الفوليك (وهو أحد أفراد فيتامينات المجموعة B). يعمل فيتامين B_{12} بعد تحويله إلى مرافق إنزيم وهى الصورة النشطة للإنزيم، ويوجد صورتان لمرافق الإنزيم Coenzyme B-12 (adenocylcobalamine). والصورة الأخرى methy B-12 (methylcobalamine) ويوجد فى coenzyme B_{12} مركب adenosine ribonucleoside مرتبط بذرة الكوبلت محل مجموعة سيانيد، أما فى methyl B-12 فتوجد مجموعة ميثيل محل مجموعة سيانيد.

ويتطلب تحويل الفيتامين إلى مرافق إنزيم مجموعة من العناصر هى ريبوفلافين، نياسين، والمغنسيوم.

وتقوم مرافقات الإنزيمات بالوظائف الآتية فى خلايا الجسم، وخصوصًا خلايا النخاع الشوكى، الأنسجة العصبية، القناة الهضمية:

- تكوين كرات الدم الحمراء الطبيعية من النخاع الشوكى الذى يتطلب وجود مرافقات إنزيم B-12. وفى حالة غيابه يكون نضج كرات الدم الحمراء غير طبيعى وتصبح متضخمة غير ناضجة megaloblasts وتسبب أنيميا megaloblastic anemia.
- صيانة الأنسجة العصبية وسلامتها، فمرافقات الإنزيمات لازمة لتكوين myelin وهو لبيوبروتين.
- ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهن والبروتين: إن مرافق الإنزيم مهم لتحويل حامض methyl-malonate إلى succinate وهذا مهم للميتابوليزم الطبيعى للكربوهيدرات والدهون. كما أنه لازم لميتابوليزم البروتين.
- تكوين أو نقل المجموعات ذات ذرة الكربون الواحدة single carbon unit وغالبًا يدخل B_{12} فى تكوين هذه المجموعة ويقوم فيتامين الفولاسين folacin (كما سيأتى) بعملية النقل. وعلى هذ يقوم B_{12} بمعظم التفاعلات التى يقوم بها الفولاسين مثل: تحويل glycine إلى serine والعكس، تكوين methionine من homocysteine، تكوين choline من ethanolamine.
- يقوم مرافق إنزيم B_{12} بتخليق مجاميع CH_3 وفى تفاعلات الاختزال مثل تحويل الرابطة disulfide (S-S) إلى مجموعة sulfhydril (-SH).

أعراض نقص الفيتامين B_{12} :

يؤدى نقص B_{12} إلى الإصابة بالأنيميا الخبيثة pernicious anamia والتى تتميز بتكوين كرات دم حمراء غير طبيعية، سريعة الهدم مصاحبة لتغيرات مميزة فى النخاع الشوكى مع غياب حامض HCl من العصير المعدى. كما تشتمل أعراض الأنيميا الخبيثة على اصفرار لون الجسم وتلون اللسان بلون أحمر قانى أو باهت، ويكون طرفه أملسًا منتفخًا مع نعومة ملمسه وانتفاخ الشفاه ويصاحب تلك الأعراض أيضًا اضطرابات فى عضلات الأطراف مع تشنجات عصبية.

ونقص فيتامين B_{12} قد يحدث إما نتيجة عجز فى تخليق فيتـامين B_{12} بواسـطة فلورا الأمعاء أو لغيابه فى الوجبة الغذائية أو لغياب ما يسمى بالعـامل الداخلى، وقـد يحدث بين بعض النباتيين.

وفى حالة غياب العامل الداخلى فلا يجدى العلاج بتعاطى فيتامين B_{12} عن طريـق الفم ولابد من أعطاء الفيتامين عن طريق حقن B_{12}. ولم يلاحظ أى حالة سمية من زيادته.

الكميات اليومية الموصى بها من فيتامين B_{12} :

حتى عام ١٩٦٨ لم تدرج الكميات اليومية الموصى بها من فيتـامين B_{12} فـى الجداول ضمن الفيتامينات حيث من الصعب تقديـر الاحتياجـات اليوميـة منـه بسـبب إمكانية تخليقه بواسطة بكتريا الأمعاء.

وتوصى هيئة الغذاء والتغذية بالولايات المتحـدة الأمريكيـة (١٩٨٩) بتعـاطى الأطفال كميـات حـوالى ٠,٥ ميكروجـرام يوميًـا تـزداد بـالتدرج حتـى تصـل إلى ٣ ميكروجرام للبالغين كما تزداد إلى ٤ ميكروجرام فى حالات الحمل والرضاعة.

حامض البنتوثنيك Pantothenic acid (Vitamin B5) :

أطلق Williams وزملاؤه سنة ١٩٣٣ اسـم حـامض البنتوثنيـك علـى عـامل لازم لنمو الخميرة لمركب غير معلوم. وفى سنة ١٩٤٠ أمكــن عزلـه والتعـرف علـى تركيبه الكيميائى وتخليقه.

تركيب الفيتامين :

يتكـون حـامض البنتوثنيـك مـن جزئـين همـا الحــامض الأمينــى β-alanine ومركب آخر مشتق من حامض البوتريك butyric acid وهـو dimethyl derivative of butyric aicd (شكل ٧ – ١٧) يسمى حامض بانتوثنيك Pantaıoic.

$$HOH_2C-\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-CHOH-CO-NH-CH_2-CH_2-CO_2H$$

شكل (٧–١٧) تركيب البنتوثنيك

خواص حامض البنتوثنيك :

الحامض عبارة عن سائل زيتى القوام لزج، يذوب فى الماء والكحول ولا يذوب فى البنزين والكلوروفورم.

وبصفة عامة فإن الفيتامين ثابت أثناء إعداد وطهى الأغذية باستخدام طرق الطهى بالحرارة الرطبة moist heat وخاصة فى الوسط المتعادل، أما عند استعمال طرق الطهى بالحرارة الجافة dry heat أو فى الوسط القلوى أو الحامضى فتفقد كميات كبيرة من الفيتامين.

ويحضر الفيتامين صناعيًا فى صورة بللورات عبارة عن بنتوثنات الكالسيوم calcium pantothenate.

مصادر الفيتامين :

الفيتامين واسع الانتشار فى الأغذية الحيوانية والنباتية، ويلاحظ أن اسم الفيتامين مشتق من الكلمة اليونانية Panto بمعنى " من كل شىء" أو فى كل مكان وهو اسم مناسب، نظرًا لسعة انتشاره، ويوجد فى صورة حامض أو ملح الحامض مثل بنتوثنات الصوديوم أو الكالسيوم ومن أغنى مصادره الخميرة والكبد والبيض والمكسرات والبيض والدجاج. ولكن يوجد كميات صغير، فى الخضروات والفواكه. والجدول (٧-٢٠) يوضح محتوى بعض الاغذية من حامض البنتوثنيك.

جدول (٧-٢٠) محتوى بعض الأغذية من حامض البنتوثنيك

المصدر	حامض بنتوثنيك مجم / ١٠٠ جرام
خميرة	٢٠
كبدة	٨ (مطهى ٥ - ٦)
لحوم	٠,٣ - ٠,٥
أسماك بحرية	٠,٢ - ١,٠
بيض	١,٠٨(٠,٧ - ٠,٨ / بيضة مسلوقة)
لبن بقرى	٠,٤
دقيق قمح كامل	٠,٥
دقيق قمح ٧٥٪ استخلاص	٠,٢٣
بطاطس	٠,٦٠
بسلة	٠,٣٤
عدس مطهى	١,٢ /كوب
فاصوليا	٠,١٤
فول سودانى	٢ - ٣ / كوب
عصير برتقال	٠,١٦

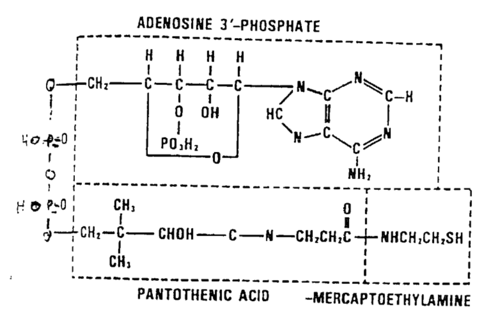
ميتابوليزم حامض البنتوثنيك :

يمتص كل من الحامض وملحه من الأمعاء الدقيقة بسهولة، ويتحول فى الأنسجة إلى مرافق الإنزيم (A) المعروف بـCOA وهو من نوع co-acetylase ويعمل مع إنزيمات acetylases.

وظائف حامض البنتوثنيك :

يعتمد نشاط حامض البنتوثنيك فى الجسم على دخوله فى تركيب مرافق الإنزيم (COA) والذى يتكون من نواة أدنين، وجزىء من سكر الريبوز، ٣ جزئيات من حامض الفوسفوريك، وجزىء من حامض البنتوثنيك وجزىء من السستائين cysteine (شكل ٧-٢٠).

كما يدخل فى تركيب بروتين ناقل لمجموعة أسيل acyl carrier protein (ACP) ومجموعة (SH) الموجودة فى مجموعة نشطة. وأهم وظائفه هى نقل مجموعة acetate أى وحدة مكونة من ٢ ذرة كربون (C_2).



شكل (٧-٢٠) تركيب مرافق الإنزيم (COA)

ويدخل COA فى التفاعلات الميتابوليزمية للدهون والكربوهيدرات والبروتينات مع مجوعة إنزيمات transacetylase التى تساعد فى نقل مجموعة acetate ومنها :

- بناء الأحماض الدهنية وإطالتها، وهذا يبدأ بارتباط COA مع حامض الأستيك acetic لتكوين أستيل COA المنشط الذى يتحول إلى مالونيل malonyl COA وهو الخطوة الأولى فى بناء الأحماض الدهنية، ويتم بفعل إنزيم محتوى على فيتامين بيوتين Biotin ثم يتم إطالة malonyl COA بإضافة ٢ ذرة كربون (C_2) وهكذا... كما يمكن إطالة حامض palmitic (C_{16}) إلى حامض Stearic (C_{18}) بنفس الطريقة.
- هدم الأحماض الدهنية وذلك عن طريق فصل ٢ ذرة كربون بواسطة COA وانطلاق الطاقة التى تخزن فى ATP.
- تكوين حامض الستريك citric وغيره من المركبات اللازمة لإتمام دورة حامض الستريك وانطلاق الطاقة والاستفادة منها.
- تشجيع تكوين antibodies التى تساعد على مقاومة الأمراض.
- تكوين الناقل العصبى acetyl choline من الكولين وهو مهم فى نقل الإشارات العصبية للمخ، تخليق Porphyrin والذى يكون Heme اللازم لتكوين كرات الدم الحمراء، وأيضًا تخليق الكولسترول والاستيرولات الأخرى، وتكوين هرمونات غدة الادرنال والغدد الجنسية والمحافظ على مستوى جلوكوز الدم طبيعى وفى تكوين المضادات الحيوية، كما يساعد على التخلص من سموم بعض الأدوية salphonamides.

أعراض نقص حامض البنتوثنيك :

من النادر حدوث حالات نقص لحامض البنتوثنيك فى الإنسان نظرًا لانتشاره فى الطبيعة بصورة واسعة. ولكن أمكن إحداث حالات نقص فى الإنسان عن طريق التغذية على وجبات خالية منه أو بإضافة مضادات للحامض فى الغذاء مثل sulphoantothenic أو methylantothenic acid، والوجبات الخالية من الحامض أظهرت أعراض النقص على هؤلاء الأشخاص بعد حوالى ١٢ أسبوعًا وكانت تشتمل على الصداع والتعب والميل للنوم مع اضطرابات عصبية شديدة. وتقلص العضلات وتنميل الأيدى والقدم واضطرابات عصبية وضمور غدة الإدرانال.

ولوحظ انخفاض مستوى البنتوثنيك فى الدم فى حالة إحداث النقص.

مصادر الفيتامين : واسع الانتشار فى الأغذية.

فقد الفيتامين :

يفقد حوالى ٥٠٪ من الحبوب أثناء الطحن، كما يفقد إلى حوالى ٥٠٪ من الخضروات والفواكه أثناء التعليب أو التجميد والتخزين، ١٥٪ يفقد بنتيجة المعاملات الحرارية ويمكن حفظه أثناء تخزين الأغذية إذا منعت الأكسدة أو درجات الحرارة المرتفعة.

الاحتياجات اليومية :

غالبًا ما تكون الوجبة كافية حيث يحتاج الإنسان لحوالى ٥-١٠ مجم من حامض البنتوثنيك يوميًا ويخلق جزء من الفيتامينات بواسطة فلورا الأمعاء؛ ولذا لم توضع مقررات يومية لهذا الفيتامين للإنسان حتى الآن. الكميات الكبيرة (١٠ – ٢٠ ملجم تسبب إسهال وفقد الذاكرة).

حامض الفوليك Folic Acid (فولاسين Folacin) (Vitamin M):

أدت دراسات Lucy Wills سنة ١٩٣١ على سيدات حوامل إلى ظهور نوع من الأنيميا ذات الخلايا المتضخمة megaloblastic anemia نتيجة سوء التغذية كما تمكنت الباحثة من إحداث هذه الأنيميا بأى فيتامين معروف فى ذلك الوقت، ولكن أمكن علاجها بواسطة الخميرة (Wills، ١٩٣٣) وعرف أن الخميرة بها عامل مضاد للأنيميا وسمى بعامل Wills. وفى سنة ١٩٣٥ أحدث Day وآخرون حالة أنيميا فى القرود leukopenia مع إسهال، وأمكن علاجها بمعامل سمى معامل Bay وفى سنة ١٩٣٨ وصف Stoksau وManning عامل نمو الكتاكيت وسمى بالعامل M وفى سنة ١٩٣٩ سجل Hogan وParrot ملاحظاتهما عن مضاد عامل للأنيميا فى الكتاكيت وسمى B_c. وفى سنة ١٩٤٠ وصف Snell وPeterson عامل نمو للبكتريا وسمى عامل lactobacilius. وتمكن Mitchell وآخرون ١٩٤١ من تحضير هذا العامل من الأوراق الداكنة الخضراء فى النباتات، وأعطى اسم حامض الفوليك، والاسم مأخوذ من الكلمة اللاتينية Folium (Foliage) بمعنى الخضروات الورقية حيث عزل منها. وفى ١٩٤٥ أمكن التوصل إلى أن هذه العوامل سابقة الذكر عبارة عن مادة واحدة أو صور مختلفة لها، وظهر أنها يمكن أن تعالج حالات أنيميا ذات الخلايا المتضخمة، وحالات الإسهال المزمنة وأنيميا الحمل وأنيميا الأطفال.

ثم ثبت أن كل العوامل السابقة عبارة عن حامض بتيروجلوتاميك أو حامض الفوليك أو الفولاسين. وهناك صورة أخرى لحامض الفوليك يسمى فولينك folinic acid أو عامل citrovorum حيث أنه ضرورى لنمو leuconostic citrovorum.

وفى سنة ١٩٤٧ عرف أن حامض الفوليك يعالج الأنيميا ذات الخلايا المتضخمة الناتجة عن سوء التغذية وأنيميا الحمل.

تركيب الفيتامين :

يتركب حامض الفوليك من اتحاد نواة بتريدين pteridine ring مع حامض البارا أمينو بنزويك، الحامض الأمينى جلوتاميك (شكل ٧ - ٢١).

$$H_2N\text{-[pteridine (N, N, N, N), OH]}-CH_2-NH-C_6H_4-CO-NH-CH(CO_2H)-CH_2-CH_2-CO_2H$$

شكل (٧-٢١) تركيب حامض الفوليك

وهناك صور مختلفة لهذا الفيتامين، وهى بترول ثلاثى حامض الجلوتايك petroyl-triglutamic acid والذى يحتوى الجزىء منه على ثلاثة جزيئات من حامض الجلوتاميك، بترويل سباعى حامض الجلوتاميك petroyl heptaglutamic acid حيث يحتوى على سبعة جزيئات من حامض الجلوتاميك، وهذه المواد لها فاعلية الفيتامين وتسمى فولات folate، ويمكنها أن تتحول إلى حامض الفوليك، وتعتبر مولدات للفيتامين فى الغذاء.

كما لوحظ أنه باختزال نواة البتريدين ينتج صورة فعالة أخرى للفيتامين أطلق عليها حامض الفولنيك folinic acid.

وأكثر الصور انتشارًا فى الجسم وأيضًا فى الأغذية tetrahydrofolic acid (شكل ٧-٢٢).

TETRAHYDROFOLIC ACID

. Structures of tetrahydrofolic acid. The N-5 and N-10 nitrogen atoms participate in the transfer of one-carbon groups.

شكل (٧-٢٢)

خواص حامض الفوليك :

الفيتامين على شكل بللورات صفراء، ضعيفة الذوبان فى الماء، وهو ثابت فى الوسط الحامضى، وسريع التلف بالحرارة فى الوسط القلوى أو المتعادل، ويسهل فقده أثناء الطهى أو التخزين، ويتلف بضوء الشمس.

مصادر الفيتامين :

تعتبر الخضروات الورقية الخضراء مثل السبانخ وغيرها من الخضروات داكنة الخضرة مصادر هامة للفولاسين. كما أن الكبد والكلى غنية بالفيتامين، وكذلك بعض الخضروات الأخرى والفواكه بصفة عامة تعتبر مصادر جيدة للفيتامين، أى أن الفيتامين واسع الانتشار فى الأغذية المختلفة. ولكن يلاحظ أنه تفقد كميات كبيرة من الفيتامين أثناء تخزينه وتسويق وإعداد وطهى الأغذية قد تصل إلى ٩٠٪ (جدول ٧- ٢١).

جدول (٧-٢١) محتوى بعض الأغذية من الفولاسين

المصدر	فولاسين (ميكروجرام / ١٠٠جم)
الكبد	٥٠ - ٤٠٠
الكلى	٨٠ - ١٥٠
سبانخ مطهية (كوب)	٢٥٠
خضروات خضراء	٥٠ - ١٣٠
برتقال	٣٠ - ٤٠
كنتالوب	١٠
بقول مطهية (كوب)	٢٠٠
بقول خضراء	٥٠ - ٨٠

ميتابوليزم حامض الفوليك :

ويوجد الفولاسين فى الأغذية بصورتين: الصورة الحرة free folates وهى تشكل ٢٥٪ من الفولاسين المتناول وسهلة الامتصاص، والصورة الأخرى مرتبطة وتسمى عديدة الجلوتامين polyglutamates وقبل امتصاص هذه الصورة تفصل جزيئات الجلوتاميك الزيادة ويترك واحد فقط بواسطة إنزيم conjugase ويتم ذلك إما فى الأمعاء الدقيقة أو فى الجدار. أى أن امتصاص حامض الفوليك يتوقف على فعل الإنزيم الذى قد يتأثر ببعض الموانع inhibitors الموجودة فى الغذاء مثل الخميرة. ودرجة امتصاص الفيتامين المرتبط يتوقف على طول السلسلة.

وتختلف درجة امتصاص الفيتامين من ١٠٪ فى الخميرة إلى ٨٠٪ فى البيض والكبد، أما فى الفواكه فهى مختلفة، فقد أظهرت بعض الدراسات أن نسبة الامتصاص فى عصير البرتقال ٣١٪ فى حين فى الموز ٨٢٪، ويبدو أن عدد جزيئات حامض الجلوتاميك تؤثر فى درجة الامتصاص.

وبعد الامتصاص ينتقل فى الدم بعد ارتباطه ببروتين ناقل إلى نخاع العظام وإلى كرات الدم الحمراء أثناء نضجها، ويمكن إلى خلايا أخرى. وأكثر صور الفيتامين وجودًا فى أنسجة الجسم هى ميثيل فولات methyl folate. ويوجد فى " سيرم بنسبة ٧-١٦ نانوجرام / ١٠٠ مل. ويخزن فى أنسجة الجسم بكمية ٥-١٢ ملجرام نصفها فى الكبد، ويخرج فى البول وبعضه يخرج فى الصفراء.

وظائف الفيتامين :

بعد امتصاص الفيتامين يمر حامض الفوليك بعدة عمليات اختزال التي تحتاج وجود النياسين ويتكون خمسة مرافقات أساسهم إنزيم tetrahydrofolic acid (شكل ٧-٢٢). ويلاحظ أن ذرتي N رقم ٥، ١٠ تقومان بنقل مجاميع كل مجموعة تحمل ذرة كربون واحدة (one carbon group) قد تكون مجموعة forminino، formyl، methylene، أو methyl.

وتقوم مرافقات إنزيمات الفولاسين بالوظائف التالية :

- تكوين قواعد purines و pyrimidine اللازمة لتكوين الأحماض النووية RNA, DNA وهذا يوضح أهمية الفولاسين في انقسام الخلية.
- تكوين الهيم من البروتين المحتوي على الحديد في الهيموجلوبين ولذا هو مهم لتكوين الدم بصورة طبيعية.
- تكوين الحامض الأميني tyrosine من phenylalanine، والحامض الأميني glutamic من histidine، والحامض الأميني methionine من homocysteine وهذا مهم لأن تراكم homocysteine يؤدي إلى مخاطر أمراض القلب.
- تكوين الكولين من الأيثانولامين.
- تكوين dopamine و serotonin وهي ناقلات عصبية مهمة لوظائف المخ مثل النوم والشهية والحالة المزاجية.
- تحويل nicotinamide إلى N-methylnicotinamide وهي ناتج ميتابوليزم النياسين الذي يخرج في البول.

إن نشاط مرافقات إنزيمات الفولاسين تحتاج إلى وجود B_{12} ، B_6 ، حامض الاسكوربيك.

أعراض النقص :

- يؤدي نقص حامض الفوليك إلى حدوث أنيميا في جميع الحيوانات وفي الإنسان، فإن نقص الفولاسين يؤدي إلى حدوث حالة أنيميا ذات الخلايا الدموية الحمراء المتضخمة macrocytic anemia،(أنيميا الحمل)، megablastic anemia (أنيميا الطفولة).

وفيما يلي خطوات تكوين ونضج الخلايا الدموية الحمراء، بعد إنتاج الخلايا

الدموية الحمراء فى نخاع العظام، لابد أن تمر بعدة خطوات تسمى نضج الخلايا الدموية الحمراء قبل أن تصل إلى الدم، ففى الخطوة الأولى فإن الخلية الدموية الحمراء غير الناضجة تكون كبيرة بها نواة، وبها قليل من الهيموجلوبين megaloblastic وبتقدم النضج يصغر حجم النواة ويزيد الهيموجلوبين ويصغر حجم الخلية، وتسمى الخلية الدموية الحمراء الناضجة erythrocyte ومن المعتقد أن حامض الفوليك يدخل فى عملية النضج، فى بعض الحالات قد ترجع هذه الأنيميا إلى نقص خلقى فى تكوين إنزيمات الفولاسين.

وفى حالة نقص حامض الفوليك أو الفولاسين نجد أنه يظهر بالدم خلايا دم حمراء متضخمة غير ناضجة immature megaloblast وعدد بسيط من خلايا الدم الحمراء الناضجة، ولأن كمية الهيموجلوبين منخفضة، فإن مقدرة خلايا الدم الحمراء على نقل الأكسجين تكون منخفضة، ولذا تظهر على الفرد مظاهر التعب، ويسرع التنفس وتبطئ العمليات الحيوية بالجسم، كما يتغير نمو وتطور الخلايا الدموية البيضاء والصفائح الدموية، ويقل عدد الخلايا الدموية البيضاء، وتقل قدرة الفرد على المناعة ضد العدوى الميكروبية، كما تقل مقدرة الدم على التجلط ويهزل الجسم ويلتهب اللسان ويضطرب الجهاز الهضمى ويفشل الامتصاص. وقد يحدث تخلف عقلى. وقد ترجع الإصابة بالأنيميا إلى نقص فى قدرة تكوين نكليوبروتين وهذه الحالة تسبب منع الكرات الدموية الحمراء المتكونة فى نخاع العظام من النضج.

ويمكن للفولاسين علاج حالات الأنيميا ذات الخلايا المتضخمة، وحالة الأنيميا المصاحبة لمرض البلاجرا أو أنيميا كل من الحمل والطفولة، وتعود صورة الدم إلى الحالة الطبيعية.

ولقد دلت نتائج بعض الدراسات أن نقص كل من حامض الاسكوربيك وفيتامين B_{12} يعوق تكون المرافقات الإنزيمية التى يدخل فى تركيبها حامض الفوليك.

ويلاحظ أن النساء فى سن الإنجاب اللواتى يتعاطين حبوب منع الحمل، وأيضًا الحوامل هن أكثر الفئات تعرضًا لنقص هذا الفيتامين كما يسبب النقص أيضًا ولادة أطفال مصابة بالأنبوب العصبى.

تحدث حالات نقص حامض الفوليك نتيجة استخدام بعض العقاقير لمعالجة بعض الحالات المرضية وهنا يفيد فيها تناول حامض الفوليك مثل :

- لوكيميا Leukemia : يستخدم دواء aminopterin فى علاج اللوكيميا وهو مضاد لفعل الفولاسين يلاحظ أن حامض الفوليك يدخل فى تكوين الأحماض النووية داخل النواة وهى لازمة لنمو الخلية. وهذا الدواء يمنع إنتاج كرات الدم البيضاء leucocytes الخاصة باللوكيميا ولكن بعد مدة تقاوم خلايا الكرات البيضاء مفعول الدواء ويتوقف تأثيره.

-السرطان cancer: يعطى لمريض السرطان دواء methotrexate amethopterin (وهو دواء يشابه (aminopterin) ومفعول هذا الدواء أنه يرتبط بإنزيم dehydrofolate reductase وهذا يمنع ارتباط ذرة الكربون مع حامض الفوليك، وبذلك يمنع تكوين DNA والبيورين purine فى الخلية.

- الإسهال sprue : حامض الفوليك فعّال فى علاج الإسهال الناتج عن اضطراب فى القناة الهضمية، وسوء امتصاص الغذاء. ويوجد بالبراز كمية كبيرة من الدهون، كما أن الفيتامين فعّال عند الإصابة بالأنيميا macrocytic وحالة سوء تغذية العامة.

الكميات الموصى بها يوميًا من الفولاسين : (جدول ٧-٢٢)

جدول (٧-٢٢) كميات الفولاسين الموصى بها يوميًا ١٩٨٩ / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	فولاسين – ميكروجرام
رضع	صفر – ٠,٥	٢٥
	٠,٥ – ١,٠	٣٥
أطفال	١-٣	٥٠
	٤-٦	٧٥
	٧-١٠	١٠٠
ذكور	١١-١٤	١٥٠
	١٥-١٨	٢٠٠
	١٩-٢٤	٢٠٠
	٢٥-٥٠	٢٠٠
	٥١ +	٢٠٠
إناث	١١-١٤	١٥٠
	١٥-١٨	١٨٠
	١٩-٢٤	١٨٠
	٢٥-٥٠	١٨٠
	٥١ +	١٨٠
حامل		٤٠٠
مرضع		٢٦٠ – ٢٨٠

فقد الفولاسين أثناء الإعداد والطهى :

يتعرض الفولاسين إلى الفقد أثناء عمليات الإعداد والطهى، ويفقد ٥٠-٧٥٪ من الفولاسين أثناء التخزين على درجة حرارة الغرفة بعد ٢-٣ يومًا. ويمكن حفظ الأغذية فى الثلاجة لمدة أسبوعين بدون فقد يُذكر.

ويحدث فقد ٥٠-٩٥٪ من الفيتامين أثناء الطهى والتعليب. ويزيد الفقد كلما ارتفعت درجة الحرارة، استعمال كمية كبيرة من ماء الطهى.. معظم الفولاسين يفقد أثناء غلى اللبن. كما يفقد الفيتامين عند التعرض للضوء. ويلاحظ أن الأغذية الغنية فى فيتامين C تفقد قليلاً من الفولاسين وذلك لأن فيتامين C يمنع فقد الفولاسين من التأكسد.

حامض فولينيك Folinic acid ($C_{20}H_{23}N_7O_7$) :

حامض فولينيك هو أحد نواتج الفولاسين، وقد يكون هو الصورة النشطة لحامض الفوليك فى الخلية، ويلزم فيتامينى B_{12},C لتحويل الفيتامين إلى حامض فولينيك.

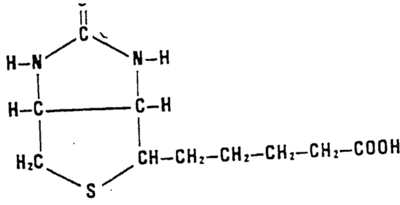
بيوتين Biotin (Vitamin H) :

اكتشف هذا الفيتامين عندما لاحظ Bateman سنة ١٩١٦ أن تغذية الفئران على زلال بيض نيء أدى إلى ظهور التهابات فى الجلد وفقدان الشعر، ثم وفاة الفئران. وقد عرف العامل السام فى زلال البيض المسئول عن هذه الحالة، وهو بروتين، وسمى أفيدين avidin وهذا يتحد مع البيوتين ويكون مركبًا معقدًا لا يتحلل بالعصارات الهاضمة أو الأحماض، مما يؤدى إلى نقص البيوتين، ويلاحظ أن الأفيدين يتلف بالحرارة أثناء طهى البيض، حيث يحدث دنترة للبروتين.

وقد أمكن فصل البيوتين والتعرف على تركيبه وتم تخليقه منذ سنوات ١٩٣٦ -١٩٤٣.

تركيب البيوتين :

البيوتين عبارة عن مشتق حلقى من اليوريا يحتوى على حلقة ثيوبين thiophene بها كبريت، وللفيتامين ٨ أيزومورات كان يعتقد أن من بينها واحد فقط هو D-biotin له نشاط الفيتامين، إلا أنه الآن يوجد على الأقل خمسة صور للبيوتين لها النشاط الحيوى للفيتامين شكل (٧ - ٢٣).



Structure of biotin.

شكل (٧–٢٣) تركيب البيوتين

خصائص البيوتين :

يذوب الفيتامين بصعوبة فى الماء البارد، وأكثر ذوبانًا فى الكحول، ثابت ضد الحرارة ولا يتحلل بواسطة الأحماض أو القلويات القوية والتأكسد والأشعة فوق البنفسجية. ولذا تفقد منه كميات بسيطة أثناء تخزين الأغذية وحفظها وطهيها.

مصادر البيوتين :

يوجد البيوتين بصورة واسعة بكميات صغيرة فى جميع الأنسجة الحيوانية والنباتية، وتعتبر الخمائر والكبد والكلى والبيض والألبان مصادر غنية بالفيتامين كما أنه يوجد فى الحبوب والبقول والمكسرات، وجدول (٧–٢٣) يوضح محتوى بعض الأغذية من البيوتين.

جدول (٧–٢٣) محتوى بعض الأغذية من البيوتين

المصدر	البيوتين (ميكروجرام / ١٠٠جم)
كبد	١٠٠
لحم بقرى	٢,٦ - ٤,٣
لحم دجاج	١٠,٠
أسماك	٠,١ - ٣,٠
أسماك بحرية	٨
لبن بقرى	٢ - ٥
بيض	١٢ - ٢٥
دقيق قمح كامل	٧ - ١٢
٨٠٪ استخلاص	١,٤ - ٣
أرز (مضروب)	٤ - ٦
تفاح	٠,٩
عصير برتقال	٠,٥ - ١,٥

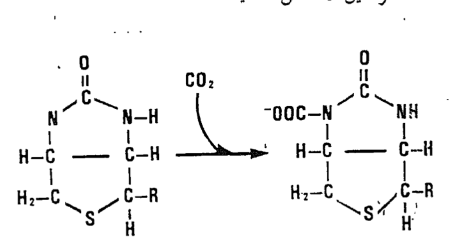
ميتابوليزم البيوتين :

يمتص البيوتين بسهولة من الأمعاء الدقيقة، وتحتوى جميع خلايا جسم الإنسان على البيوتين، ويوجد بكميات أعلى فى كل من الكبد والكلى.

ولم تُجرَ الدراسات الكافية لمعرفة المزيد عن ميتابوليزم البيوتين، إلا أن بعض التجارب أثبتت أن إفراز البيوتين فى البول يزداد بزيادة الكمية المتحصل عليها فى الوجبة.

وظائف البيوتين :

يدخل البيوتين كمرافق إنزيمى فى عمليات إضافة ونزع المجموعة الكربوكسيلية decarboxylation وإضافتها carboxylation (شكل ٧-٢٤). ولذا فإن للفيتامين دور هام فى تفاعلات انطلاق الطاقة من المواد الكربوهيدراتية وفى تفاعلات أكسدة وتخليق الأحماض الدهنية.



Transfer of CO_2 by biotin.

شكل (٧-٢٤) نقل مجاميع كربوكسيل بواسطة Biotin

كما أنه يعمل كمرافق إنزيمى فى تفاعلات نزع المجموعة الأمينة deamination من الأحماض الأمينية، ولذا فله دور هام فى عمليات انطلاق الطاقة من البروتينات. كما أنه مهم لتحويل تحويل التربتوفان إلى نياسين، وكذا عند تخليق أميليز البنكرياس، وهو من إنزيمات carbohydrase الهامة. وله دور فى تكوين الأحماض

DNA وRNA أى أنه مهم لنمو وتكاثر الخلايا وهو مهم أيضًا لسلامة وصحة الشعر والأظافر.

ومن بين تفاعلاته فى ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهن والبروتين :

١- التحول المتبادل بين حامض pyruvic وحامض oxaloacetic والمعروف أن oxaloacetic هو الخطوة الأولى فى دورة حامض الستريك citric حيث تنطلق الطاقة من العناصر الغذائية لاستخدامها فى أداء وظائف الجسم.
٢- التحول المتبادل بين أحماض succinate وpropionate وبين malate وpyruvate.
٣- تحويل acetyl COA إلى malonyl COA وهى الخطوة الأولى لإطالة سلسلة الأحماض الدهنية.
٤- بناء البيورين purines وهى الجزء الأساسى فى RNA, DNA اللازم لبناء البروتين.
٥- تحويل ornithine إلى citrulline وهى خطوة هامة لتكوين اليوريا urea.
٦- يلاحظ أن البيوتين يساعد فى عملية نزع المجموعة الأمينية deamination لانطلاق الطاقة من بعض الأحماض الأمينية وخصوصًا من حامض aspartic وserine وthreonine.

ووظائف البيوتين مرتبطة ميتابوليًا بوظائف الفولاسين وحامض pantathenic وB_{12}.

أعراض نقص البيوتين :

تحدث أعراض نقص الفيتامين إذا تغذى الفرد على زلال البيض النيىء لمدة طويلة نظرًا لاحتوائه على avidin، أو تناول أدوية السلفا التى تعيق عمل الفيتامين كما أن هذه الأدوية تمنع الأمعاء من تكوين البيوتين.

وعمومًا من النادر حدوث حالات نقص فى الإنسان باستثناء الأطفال، والتجارب التى أجريت بغرض إحداث حالات نقص فى الإنسان استخلص منها أن أعراض النقص بدأت فى الظهور بعد حوالى ٤ أسابيع، اشتملت على الشعور بالتعب والميل للنوم وفقد الشهية. وظهرت أعراض أخرى بعد الأسبوع السابع أو الثامن كانت عبارة عن حساسية فى الجلد مع جفافه وظهور حبوب صغيرة جافة واحمرار اللسان، ثم آلام فى العضلات وأنيميا والإصابة بالاكتئاب. وارتفاع مستوى كولسترول الدم كل هذه الحالات استجابت لتناول البيوتين.

ويوجد ما يشير إلى أنه فى الأطفال الرضع عند عمر أقل من ٦ شهور أن التهاب الجلد وتحويل ملمسه إلى زيتى يرجع إلى نقص البيوتين، ويكون هذا مصاحبًا بانخفاض مستوى الفيتامين فى الدم والبول. ويستجيب الطفل للعلاج عن طريق تعاطيه ٣-٥ ملجم/ اليوم عن طريق الحقن.

الكميات اليومية الموصى بها من البيوتين :

لم تحدد للآن كميات يومية موصى بها للبيوتين، حيث أنه يخلق فى الجسم بكميات كبيرة بواسطة فلورا الأمعاء، وقد دلت الدراسات على أن الوجبة الغذائية اليومية المتوازنة تحتوى على كميات من البيوتين تتراوح من ٢٨ - ٤٢ ميكروجرام، ولذا يوصى بتناول من ٣٥-٤٠ ميكروجرام (بمعدل ١٥ ميكروجرام/ ١٠٠٠ كالورى) ويزداد المتناول أثناء الحمل والرضاعة.

مصادره :

البيوتين واسع الانتشار ويوجد فى صورة حرة فى الفواكه واللبن ومرتبطًا مع البروتين فى اللحم وصفار البيض والحبوب والخميرة.

والبيوتين الموجود فى الذرة وفول الصويا متاح بالنسبة لحيوانات التجارب، أما فى القمح فهو غير متاح. وهناك حاجة للمزيد من الدراسات.

فقد الفيتامين :

يفقد جزء كبير من الفيتامين أثناء طحن الحبوب، ولذا ينصح بتناول الحبوب الكاملة. وحيث أن البيوتين ثابت للحرارة لذا فالفقد قليل أثناء الطهى.

ويلاحظ أن بروتين avidin موجود فى زلال البيض النىء وحيث أنه يتلف بالحرارة لذا ينصح بطهى البيض جيدًا قبل تناوله.

الكولين Choline :

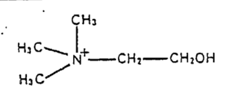
يرجع اكتشاف الكولين إلى Huntsman, Bear سنة ١٩٣٢، سنة ١٩٣٥ أثناء تجاربهما التى بدأت سنة ١٩٣٠ على الكلاب المنزوع منها البنكرياس لدراسة بناء الأحماض الدهنية، وقد توصلا إلى أن الكولين يمنع ترسيب الدهون، كما ظهر عند نقصه نزيف كلوى وتغيرات فى العين، وكذا أنيميا وتضخم فى غدة الأدرينالين، وحالة توتر. وفى سنة ١٩٣٧ أظهر Eckstein, Tucker أنه فى حالة نقص الكولين

يمكن للحامض الأمينى methionine، وليس cysteine، معالجة حالة ارتفاع الدهن فى الكبد، وقد أرجع ذلك إلى وجود مجموعة الميثيل فى mythionine، ثم توصل Du Vingeaud وآخرون سنة ١٩٣٩، ١٩٤٢، ١٩٤٣ إلى أن مجموع الميثيل فى الحامض الأمينى يمكن استعمالها فى بناء الكولين فى الجسم، ثم عرف بعد ذلك تفاعل تبادل مجموعة الميثيل transmethyation وهو تفاعل هام فى ميتابوليزم الجسم.

وقد عزل الكولين من أحماض الصفراء وعرف تركيبه الكيميائى.

تركيب الكولين :

الكولين مركب غنى بمجاميع الميثيل (شكل ٧ - ٢٥)



شكل (٧-٢٥) تركيب الكولين

ويوجد مناقشات عديدة حول اعتباره فيتامين أو مشابه فيتامين (vitamin-like)

ويساند الرأى الأول أنه فيتامين :

١- أن الفيتامين مطلوب للنمو فى معظم الكائنات الحيوانية وأن نقصه يسبب ضررًا فى الكلى والكبد فى حيوانات التجارب مثل الفيران والكلاب والكتاكيت والخنازير والعجول والبط والقرود.

٢- وإن كان يمكن تكوينه فى جسم الإنسان من methionine وserine بمساعدة فيتامين B_{12} والفولاسين كمرافقات إنزيمية إلا أن تكوينه ليس بالسرعة اللازمة كما أن الكمية المنتجة ليست كافية وذلك فى معظم الحيوانات وخصوصًا النامية، علاوة على أنه لابد من وجود الأحماض الأمينية والإنزيمات اللازمة لتكوينه.

٣- الكولين مكون هم فى الفوسفوليبيدات لسثين lecithin وسفنجومايلين Sphingomyelins وهذان يكونان ٧٠ - ٨٠ ٪ من فوسفوليبيدات الجسم، والمعروف أن اللسثين مهم فى ميتابوليزم الدهن فى الكبد، أما الاسفنجومايلين

فهو مهم للمخ والأنسجة العصبية. كما أن الكولين مولد للأستيل كولين acetylcholin الناقل العصبى الهام فى نقل الإشارات العصبية.

أما الرأى الثانى القائل بأنه شبيه فيتامين فيستند على :

١- لا يوجد أى أعراض نقص خاصة به أمكن تحديدها فى الإنسان.
٢- أن الجسم يكونه بقدر مناسب لا يحتاج إلى ضرورة إضافته إلى الغذاء.
٣- يستخدمه الجسم بكميات كبيرة أكبر من أى فيتامين آخر.
٤- يدخل فى بناء جدر الخلايا والأعصاب وليس بوظيفة مساعدة إتمام التفاعلات التى يتميز بها الفيتامينات.
٥- لا يساعد فى الكائنات الدقيقة مثل باقى فيتامينات B وقليل من الكائنات الدقيقة تحتاجه للنمو.

خواص الكولين :

الفيتامين عبارة عن بللورات هيجروسكوبية، عديمة اللون. والكولين قاعدة قوية. طعمه مر، لا يتأثر بالحرارة أو التخزين.

مصادر الكولين :

يوجد الفيتامين منتشرًا بصورة واسعة فى الطبيعة إما فى بعض الفوسفوليبيدات مثل لستين lecithin أو كمركب استيل الكولين acetycholine، يوجد بتركيزات عالية فى معظم أنسجة الحيوانات (١٠٠ - ٦٠٠مجم / ١٠٠ جرام) صفار البيض يعتبر أغنى المصادر فى الكولين، فهو يحتوى على أكثر من ١٧٠٠مجم / ١٠٠ جرام، وتحتوى الحبوب ٥٠ - ٨٠ مجم / ١٠٠ جم والخضروات على حوالى ٣٠مجم / ١٠٠ جرام. (وقد يوجد حرا بها) وفى اللحوم الحمراء (١٠٠ - ٤٠٠ ملجم / ١٠٠ جم) وفى الكبد والكلى (٥٠٠ - ٦٠٠ ملجم / ١٠٠جم)، كما أنه يمكن تكوينه فى الجسم.

ميتابوليزم الكولين :

أوضحت بعض الدراسات أن معظم الكولين المتحصل عليه من الغذاء يهدم بواسطة بكتريا الأمعاء إلى مركب ثلاثى ميثيل الأمين trimethylamine. ويخلق فى الكبد من الأحماض الأمينية methionine و serine بمساعدة الفيتامينات B_{12} والفولاسين كمرافقات إنزيمية.

وظائف الكولين :

يقوم الكولين بوظائف عدة فى الجسم :

١- يقوم الكولين بتكوين لستثين lecithin وهو الفوسفوليبيد الذى يمنع تكوين الكبد الدهنية، أى أنه عامل lipotropic الذى يمنع تراكم الدهون فى الكبد بتشجيع نقلها خارج الكبد أو تمثيلها داخل الكبد. وبدون ذلك يترسب الدهن فى الكبد فلا تقوم بوظائفها مما يضر الجسم ضررٌ بليغًا.

٢- يتحد مع حامض أستيت acetate ليكون acetycholine وهو الناقل العصبى المهم لنقل الإشارات العصبية عبر الخلايا العصبية.

٣- تسهيل الميتابوليزم facilitation : وذلك لأن وجود مجموعة الميثيل (CH_3-) يمكن نقلها من مركب لآخر ويطلق عليها "متغيرة" labile فى عملية نقل مجاميع الميثايل transmethylation اللازمة لتكوين بعض المركبات مثل creatine اللازم لميتابوليزم العضلات، إضافة مجاميع الميثيل إلى بعض المركبات الناتجة من الميتابوليزم لإخراجها خارج الجسم، تخليق عدد من الهرمونات مثل نورابنفرين noreprinephrine.

ويوجد بعض المركبات التى يمكن أن تحل محل الكولين مثل البتائين betaine (واسمه مشتق من الكلمة اللاتينية beta –من عائلة البنجر beet) وهو مصدر غنى له، وينتج betaine من أكسدة choline وهو مركب ميتابوليزمى وسطى ينتج عند تبادل مجاميع الميثيل وله نشاط فى نقل الدهون lipotropic.

أعراض النقص أو الزيادة :

من النادر حدوث نقص للفيتامين فى الإنسان، إلا أنه إذا حدث نقص فإن الأعراض تشتمل على ترسيب الدهون فى الكبد وإعاقة وظائفها، اضطرابات فى ميتابوليزم الدهون والبروتينات والكربوهيدرات، واضطرابات فى الجهاز العصبى.

و لم يلاحظ أعراض تسمم إلا إذا تناول الفرد كيات تصل إلى ٢٠جم يوميًا لعدة أسابيع.

الكميات اليومية الموصى بها :

نظرًا لأنه لم يحدث نقص فى الكولين فى الإنسان وأن الوجبات المتزنة تحتوى على ١٠٠ ملجم، فإنه لم تتحدد الكميات اليومية الموصى بها للفرد. ولكن عام

١٩٨٩ أوصى فى الولايات المتحدة الأمريكية بأن يكون المتناول يوميًا ٥٥٠ ملجم للرجال، ٤٢٥ ملجم للنساء و ٤٥٠ ملجم للحوامل و ٥٥٠ ملجم للمرضعات. ويجب يوميًا ألا يزيد المتناول عن ٣ جم يوميًا حيث يؤدى ذلك إلى فقد الشهية واضطراب الهضم وانبعاث رائحة السمك من الفرد fish body odor. ويلاحظ أن الجسم يحصل على الكولين من المصادر الخارجية، منها الغذاء أو مصادر داخلية فى الجسم كما سبق.

فيتامين ج Vitamin C :

حامض الاسكوربيك، حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى
: Ascorbic acid, Dehydroascorbic acid

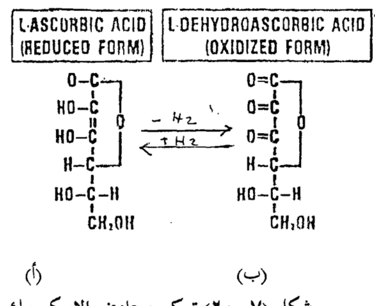
عرف فيتامين (C) منذ أواخر القرن الخامس عشر وأوائل القرن السادس عشر أثناء الرحلات الاستكشافية حول الكرة الأرضية حيث كان يصاب البحارة بمرض الاسقربوط scurvy، وكان هذا يعوق عمليات الاستكشاف، أثناء رحلة فاسكو دى جاما الشهيرة سنة ١٤٩٧ حول رأس الرجاء الصالح، مات أكثر من ثلثى البحارة بمرض الاسقربوط، وفى سنة ١٥٥٣ عانى من هذا المرض أفراد رحلة جاك كارتيه لاكتشاف أراضى العالم الجديد حينما اضطروا لتمضية فصل الشتاء فى كندا، كما كان هذا المرض منتشرًا فى شمال أوربا. إلى أن توصل Lind الجراح البريطانى سنة ١٧٤٧ -أثناء تجاربه على البحارة- إلى أن كل من عصير الليمون وعصير البرتقال فعال فى علاج الاسقربوط، كما تمكن هذا الطبيب من تركيز وحفظ عصير الموالح لاستعماله عبر البحار. وفى سنة ١٧٩٥ كان يعطى عصير الموالح يوميًا للبحارة.

وجدير بالذكر أن مرض الاسقربوط عرف ووصف وكتب عنه على أوراق البردى بواسطة قدماء المصريين منذ ٢٤٠٠ سنة قبل الميلاد، وكان هذا المرض منتشرًا فى أنحاء كثيرة من العالم.

وفى سنة ١٩٢٨ تمكن Gÿorgyi من عزل حامض الاسكوربيك من عصير الموالح والكرنب، وفى سنة ١٩٣٣ عرف تركيبه الكيميائى وسمى بفيتامين (C) أو حامض الاسكوربيك.

تركيب الفيتامين :

هناك مركبان لهما الفعل الحيوى لفيتامين (C) هما المركب 1-ascorbic acid والذى يطلق عليه دائمًا فيتامين (C)، وهو عبارة عن صورة 3-keto للمركب 10gulofuranolactone-، أما الأيزومر d فليس له الفعل الحيوى للفيتامين. والمركب الآخر هو حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى، والذى ينتج من الأكسدة العكسية لحامض الاسكوربيك (شكل ٧ - ٢٦).



شكل (٧-٢٠) تركيب حامض الاسكوربيك (أ)
حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى (ب)

خواص الفيتامين :

أمكن فصل وتصنيع حامض الاسكوربيكك فى صورة بللورات بيضاء تذوب بسهولة فى الماء، والمحلول المائى من هذا الحمض (٠,٥٪) له حامضية وpH (رقم حموضة) حوالى ٣.

والفيتامين فى صورة بللورات جافة يكون ثابتًا، والمحلول المائى منه ثابت فى الوسط الحامضى فقط ويهدم بسهولة فى الوسط القلوى وبفعل الأكسدة والحرارة والضوء.

والفيتامين سهل الأكسدة، حيث يتحول إلى حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى dehydroascorbic acid وله نشاط الفيتامين، ولذا يطلق على هاتين الصورتين حامض الإسكوربيك، ولكن حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى قد

يتأكسد أكسدة غير عكسية ويفقد فعله الحيوى. وتساعد على عمليات الأكسدة وجود آثار من أيونات المعادن الثقيلة كالنحاس والحديد.

ويتأكسد حامض الاسكوربيك اللاهيدروجينى أكسدة غير عكسية إلى ٢-٣ حامض ثنائى كيتوجيولونيك 2.3-diketoguloic acid وهو مركب ليس له الفعل الحيوى للفيتامين، والذى ينقسم بسرعة إلى حامض ثريونيك threonic acid وحامض أكساليك oxalic acid وذلك عند درجات حموضة أعلى من ٤.

مصادر فيتامين (C) :

يوجد فيتامين (C) بتركيزات عالية فى بعض الأغذية النباتية مثل الجوافة والخضروات الورقية والخضروات الخضراء والموالح، ويوجد بصفة خاصة فى الأجزاء الغضة من النبات، ولا يوجد فى الحبوب أو البذور الجافة. وتعتبر الأغذية الحيوانية فقيرة فى فيتامين (ج) باستثناء الكبد. ويوضح جدول (٧-٢٤) بعض مصادر فيتامين (ج) الغذائية.

جدول (٧-٢٤) محتوى بعض الأغذية من حامض الاسكوربيك

الغذاء	حامض الاسكوربيك (مجم / ١٠٠ جم)
جوافة	٢٠٠ - ٣٠٠
جريب فروت	٩٤ (ثمرة متوسطة)
مقدونس	١٥٠ - ٢٠٠
فلفل أخضر	١٢٠ - ١٥٠
سبانخ	٦٠ - ٩٠
كرنب	٥٠ - ٦٠
موالح	٤٠ - ٧٠
مانجو	٦٠ (ثمرة متوسطة)
بامية	١٥ - ٤٠
طماطم	٢٠ - ٣٥
بصل	٢٠ - ٣٠
بطاطس	١٠ - ٣٠
بقوليات خضراء (بسلة - فاصوليا)	١٠ - ٣٥
كبد	١٠ - ٤٠
لبن الإنسان	٤ - ٨
لبن بقرى	١ - ٢ (٢ - ٤ / كوب)

ومحتوى الأغذية من حامض الاسكوربيك لا يختلف من غذاء إلى آخر فقط، بل يختلف داخل النوع الواحد تبعًا للصنف ودرجة النضج حيث يقل الفيتامين بزيادة النضج، والمعاملات الزراعية المختلفة التى يتعرض لها الغذاء من حيث نوع التربة وكمية مياه الرى، درجة الحرارة، الضوء، حيث يزيد الفيتامين بزيادة التعرض للشمس... وغيرها.

كما أن فيتامين (C) يتأثر بدرجة كبيرة بعمليات إعداد وتسويق وطهى وتخزين الأغذية، ويعتبر أكثر الفيتامينات قابلية للفقد سواء عن طريق الذوبان أو الأكسدة، ولذا يستخدم كدليل حساس على كفاءة العمليات المختلفة وأثرها على القيمة التغذوية للأغذية.

ويعتبر فيتامين (C) فى الموالح والطماطم ثابتًا لحد كبير نظرًا لتوافر الوسط الحامضى، وعمومًا فإن الأغذية النباتية تحتوى على إنزيمات أكسدة مثل oxidases, peroxidases التى تقوم بتسهيل أكسدة الحامض إلى صورة الحامض اللاهيدروجينى ثم إلى الصور غير الفعالة حيويًا وبالتالى فقد الفيتامين.

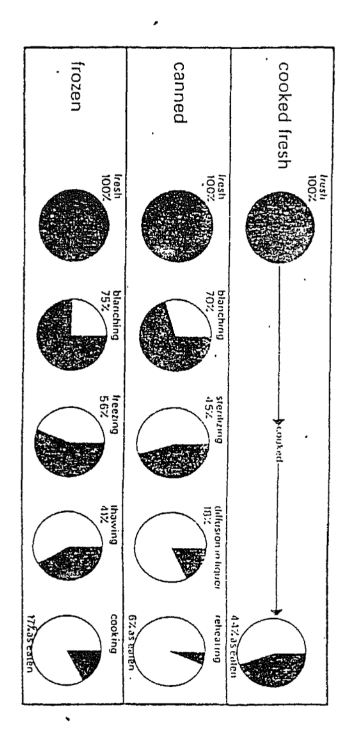
ويوضح الشكل (٧-٢٧) النسبة المئوية لكمية فيتامين (C) المتبقية فى البسلة الخضراء بعد طهيها وحفظها بطرق مختلفة، والتى يتضح منها هدم كميات كبيرة من الفيتامين نتيجة للمعاملات الحرارية التى تتعرض لها الخضروات، لذا يجب الحرص على تناول الأغذية الطازجة fresh مثل بعض أنواع الخضروات والفاكهة الغنية بالفيتامين.

ميتابوليزم الفيتامين :

لا يستطيع الإنسان -على عكس بقية الحيوانات، فيما عدا خنازير غينيا- أن يخلق حامض الاسكوربيك فى جسمه، بل يعتمد على الغذاء للحصول على احتياجاته من الفيتامين.

وعمومًا فإن الفيتامين يمتص من الأمعاء بسهولة ومباشرة، ويوجد فى جميع خلايا وسوائل الجسم ويوجد بتركيزات عالية فى الكبد. كما يوجد فى شبكية العين وغدة الأدرينال والنخاع الشوكى. كما يوجد فى الطحال والدم وخلايا الدم.

وقد توصل Stone سنة ١٩٨١ بعد تجارب استغرقت حوالى ٤٠ عامًا، إلى أن هذا الفيتامين هام للجسم ويعتبر الوقود الأساسى اللازم لتشغيل جميع أجهزة الجسم.



شكل (٧–٢٧) النسبة المئوية للمتبقى من فيتامين (C)(*)
أثناء طهى البسلة بطرق مختلفة

(*) إيزيس نوار، سهير نور، منى بركات (١٩٩٠).

ووجد كلاً من صورتى الفيتامين فى خلايا وسوائل الجسم، وكان لهما نفس النشاط الفسيولوجى فى الأنسجة. وتعتبر عملية تحويل الفيتامين من الصورة المختزلة إلى الصورة المؤكسدة من الأمور المهمة فى نظام الأكسدة والاختزال redox system، وغالبًا تحدث هذه العملية بمساعدة السلسلة الببتيدية الجلوتاثيون وNADP, NAD علاوة عن مساعدة المرافقات الإنزيمية.

ولا يستطيع جسم الإنسان تخزين فيتامين (C) إلا بضعة ملليجرامات فى الكبد (١٠ – ٣٠) تفرز الكميات الزائدة من حامض الاسكوربيك مع البول فى صورة حامض اكساليك، علاوة على كميات صغيرة فى صورة حامض ثنائى الكيتوجيولونيك.

وهذه الكمية المختزنة فى الجسم تمنع ظهور أعراض نقص لا تظهر إذا لم يتناول الفرد الفيتامين لعدة أسابيع.

وظائف الفيتامين :

مازالت وظيفة فيتامين (C) فى جسم الإنسان غير واضحة تمامًا وتحتاج إلى كثير من الدراسات. ويمكن تلخيص أهم نتائج التجارب والدراسات البحثية للتعرف على وظائف فيتامين (C) فيما يلى :

- فيتامين (C) وجوده ضرورى لإنضاج maturation وصيانة الكولاجين collagen فى جميع أنسجة الجسم. والمعروف أن هذه المادة تكون الأنسجة الضامة التى تعمل على ربط الخلايا والأنسجة بعضها ببعض. فقد أظهرت التجارب أنه يتطلب لإنضاج الكولاجين كميات هائلة من الأحماض الأمينية proline وlysine، ويلزم ذلك تحول حامض proline إلى hydroxyproline وlysine إلى hydroxylysine خلال تفاعل إنزيمى يتطلب وجود حامض الاسكوربيك. وفى حالة عدم توافر هذه الأحماض الأمينية بكميات كافية، فإن عملية إنضاج الكولاجين تكون غير كاملة، وتكون الأنسجة الضامة غير مطاطة يمكن هدمها بسرعة.

كما لوحظ أن حامض الاسكوربيك ضرورى للمحافظة على مطاطية واستاتيكية وقوة جدار الأوعية الدموية، ففى حالة نقص الفيتامين اللازم، فإنه تصبح جدر الأوعية الدموية أكثر قابلية للكسر أو الانفجار، ويظهر دلك فى صورة نزيف بسيط تحت الجلد. والفيتامين أيضًا يساعد على التئام الجروح والكسور.

وقد أجرى الطبيب الجراح Grandon سنة ١٩٨١ فى بوسطن تجربة على نفسه حيث تناول وجبات غذائية فقيرة فى محتواها من حامض الاسكوربيك لمدة ستة شهور، فلاحظ تكوين نقر incisions على سطح الجلد. كما لاحظ عدم التآم الجروح فى حالة نقص فيتامين (C).

- يساعد الفيتامين فى نشاط الخلايا البالعة phagocytes وفى تكوين الأجسام المضادة antibodies.
- فيتامين (C) يلعب دورًا هامًا فى تكوين العظام والأسنان بصورة طبيعية، نتيجة لأهميته فى تكوين protein matrix لكل من العظام وإينامل أو عاج الأسنان. ففى حالة نقص فيتامين (C) تظهر شقوق وعيوب فى العظام الطويلة خاصة عظام الساقين، حيث لا تتم عملية التكلس، كما أن الأسنان تصبح رقيقة السُمْك thin وضعيفة وسهلة الكسر نتيجة نقص الإينامل dentin.
- يقلل الفيتامين من احتياج الحيوان إلى الثيامين والريبوفلافين وحامض البنتوثنيك والفولاسين وفيتامينات E, A وقد يكون ذلك فى الإنسان.
- لفيتامين (C) أهمية خاصة فى تكوين الدم بصورة طبيعية حيث لوحظ أنه يفيد فى وقاية الأطفال من الأنيميا ذات خلايا الدم الحمراء المتضخمة megalobastic anemia، وقد يرجع ذلك إلى أهمية فيتامين (C) فى عملية تحويل الفولاسين إلى صورة النشطة حامض فولينيك folinic، كما أن لفيتامين (C) علاقة بالوقاية من الأنيميا الخبيثة pernicious anemia مع فيتامين B_{12} حيث لوحظ انخفاض مستوى حامض الاسكوربيك فى بلازما المصابين بهذا النوع من الأنيميا.
- يساعد فى التخلص من الأمونيا الناتجة من المجاميع الأمينية المزالة من الأحماض الأمينية بتحويلها إلى يوريا تخرج فى البول.
- يزيد فيتامين (C) من امتصاص الحديد والاستفادة منه، حيث أنه يساعد على وجود الحديد فى صورة مختزلة (حديدوز) كما يساعد فى نقل الحديد من بروتين البلازما إلى بروتين الأعضاء، ويساعد أيضًا على تخزين الحديد فى نخاع العظام وكذا الطحال والكبد.

- يساعد فى تخليص الجسم من بعض السموم وخصوصًا وأن الفيتامين يساعد فى ارتباط الحديد مع الهيم، الذى يصبح جزء من بروتينات تحمل السموم للخارج.
- فيتامين (C) له علاقة بميتابوليزم بعض الأحماض الأمينية، حيث لوحظ أهميته فى المحافظة على الميتابوليزم الطبيعى للحامض الأمينى تيروسين tyrosine، حيث وجد فى بول الأطفال المصابة بنقص فيتامين (C) بعض نواتج الأكسدة غير التامة لحمض tyrosine، كما يعتقد أن عمليات تحويل كل من tyrosine وphenylalanine إلى هرمونات وهى thyroxine وadrenaline وnorepinephrine يتطلب وجود فيتامين C، وكذلك عملية تحويل الحامض الأمينى tryptophan إلى المركب serotonin ، وtyrosine إلى catcholamines. وهذه ناقلات عصبية neurotransmitter مهمة لعمل المخ، وأيضًا لتكوين الميلين mylen وخلايا الجليا glial cells فى المخ (Katsuki ١٩٩٦).
- يعمل فيتامين C كمضاد للأكسدة antioxidant فهو يحمى كل من فيتامين A، E والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع من الأكسدة، وفيتامين C يعطى هيدروجين إلى فيتامين E فيستعيد نشاطه، وبذا فهو بقى من العديد من الأمراض كما أنه يعمل على إيقاف تفاعلات الأصول أو الشوارد الحرة Free redicals الضارة والبروكسيدات فى الوسط المائى ويحمى العين منها،وهو يعمل كمانح للهيدروجين أو ساحب للأكسجين ولذا فهو مهم فى عمليات الأكسدة والاختزال.
- أظهرت نتائج تجارب أجريت على خنزير غينيا guinea pig أن نقص فيتامين (ج) يتسبب فى خفض مقدرة الكبد على التخلص من التأثير السام لبعض العقاقير.
- يساعد حامض الاسكوربيك على خفض المستويات المرتفعة من الكولستيرول والجلسريدات الثلاثية فى الدم، حيث يساعد فى تحويل الكولسترول إلى أحماض صفراء مما يدل على أهميته فى الوقاية من أمراض القلب الوعائية.
- يحمى الجسم من تكوين حصوة بالمرارة gallstone.
- يعمل فيتامين (C) كمضاد للهستامين وهو هرمون مرتبط ببعض أمراض الحساسية.
- بالنسبة لدور حامض الاسكوربيك فى وقاية وعلاج الأمراض المعدية، فأوضحت كثير من الدراسات والتجارب التى نوقشت نتائجها سنة ١٩٧١ أن تناول كميات يومية من الفيتامين حوالى ٣٥ ملليجرام لا تكفى لوقاية الجسم من نزلات البرد

والعدوى، ولذا زادت الكميات الموصى بها من قبل هيئات الغذاء والتغذية العالمية منذ سنة ١٩٧٤ لتصل إلى ٦٠ مجم يوميًا للبالغين، وفى نفس الوقت أوصى بعدم تناول جرعات كبيرة بصفة روتينية حيث أنها تؤدى إلى ظهور أضرار صحية منها ارتفاع نسبة الكوليسترول فى الدم. فى عام ١٩٦٨ أعلن العالم الكيميائى Pauling نظريته الخاصة بأهمية فيتامين (C) فى وقاية وعلاج نزلات البرد، وأجريت العديد من التجارب والدراسات للتأكد م صحة هذه النظرية. وأكد كل من Meier وPauling ١٩٧٥ عدم صحة نظرية Pauling وأوضحا أن دور فيتامين (C) فى وقاية وعلاج البرد إنما يرجع لتأثيره المضاد للهستامين، وأوضحا أن الجرعات الزائدة من فيتامين (C) لها تأثيرات سيئة على صحة الإنسان، منها:

* تثبيط فيتامين ب١٢ وظهور أعراض الأنيميا الخبيثة.
* زيادة إفراز حامض اليوريك uric acid فى البول، وذلك يؤدى إلى إهلاك الكلى، وإتاحة الفرصة لتكوين الحصاوى عند بعض الأفراد.
* لوحظ أعراض إسهال وآلام فى البطن.
* ارتفاع نسبة كولسترول الدم.

والفيتامين عامل مساعد فى العمليات اللازمة لتكوين الإنزيمات المحتوية على حديد ونحاس (metallo enzymes) فى صورتها المختزلة.

وحديثًا ظهر أن الفيتامين له دور فى تقليل أكسدة الليبوبروتيات الخفيفة LDL لأن LDL المؤكسدة تؤدى إلى تصلب الشرايين، كما أنه يلزم لتكوين مختلف الإيكوزانويدات eicosanoids ولذا فهو له دور فى منع تجلط الدم والحفاظ على الأوعية الدموية (Horrobin ١٩٩٦)، وأيضًا فى حماية DNA من التلف وحماية الجسم من المخاطر الناتجة من أفراد الأكسجين أو النتروجين النشطة reactive oxygen or nitrogen species (Young وآخرون ١٩٩٠، Drake ١٩٩٦). كما أن الفيتامين يحمى خلايا الدم البيضاء phagocytes من الأكسدة (Lenton وآخرون ١٩٩٩).

أعراض النقص :

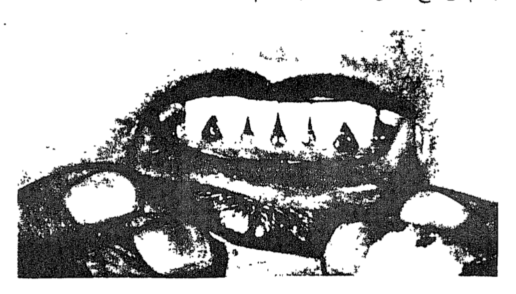
تشتمل أعراض نقص فيتامين (C) على أعراض عامة تتضمن الشعور بالتعب بعد أقل مجهود، اعتلال الصحة وضعف المقاومة للعدوى ثم آلام فى المفاصل وصعوبة

التئام الجروح، وفى حالات النقص الشديدة يصاب الفرد بمرض الاسقربوط حيث يصاب الفرد بهزال، وآلام شديدة فى عضلات الأذرع والأرجل وفى المفاصل مع تضخمها وجفاف الجلد وحدوث نزيف تحت الجلد فى صورة بقع دموية ويرجع ذلك إلى ضعف جدر الأوعية الشعرية نتيجة لنقص الكولاجين المكون للمواد اللاحمة بين الخلايا. كما يصاب الفرد بأنيميا ذات خلايا الدم الحمراء المتضخمة Macrocytic anemia.

ويتقدم الحالة تتورم اللثة وتصبح شبه اسفنجية ولا يكتمل بناء الأسنان وتنظيمها وفى الحالات الشديدة يزيد ورم اللثة وتتقرح وتسقط الأسنان أو تختفى تحت اللثة (شكل ٧-٢٨).

وقد يحدث اضطراب فى الجهاز العصبى مع تشنجات ويسرع النبض وتزرق الشفاه والأظافر وينخفض ضغط الدم، وقد يحدث نزيف فى المخ، وتنتهى الحالات الشديدة بالوفاة.

ويشير Ramakrishna (١٩٩٩) أن نقص فيتامين C يؤثر سلبًا على عمليات الميتابوليزم فى المخ ويقلل القدرة على التعلم.



شكل (٧-٢٨) حالة اللثة والأسنان فى حالة نقص فيتامين C

الكميات اليومية الموصى بها من الفيتامين :

تبعًا إلى RDA (١٩٨٩) فإن احتياجات الشخص البالغ من فيتامين C يوميًا هى ٦٠ ملجم والمرأة ٥٠ ملجم.

ولكن فى حالة الحمل فإن RDA (١٩٨٩) توصي بأن تتناول المرأة ٨٠ ملجم/ يوميًا، وأثناء الرضاعة ١٠٠ ملجم / يوميًا.

أما الأطفال أقل من سنة، فإن احتياجاتهم ٣٥ ملجم يوميًا تزداد إلى ٤٥ ملجم حتى سن ١٠ سنوات.

ويلاحظ ضرورة الاهتمام بإعطاء الأطفال ابتداءً من الشهر الثالث عصير خضروات أو فواكه كمصدر لفيتامين (C) حيث أن اللبن سواء لبن الأم أو الأبقار فقير فى محتواه من فيتامين (C).

مشابهات الفيتامينات Vitamin-like Substances :

مشابهات الفيتامينات هى مواد لا تعتبر فيتامينات ولكنا مشابهات للفيتامينات فى نشاطها وفى تركيبها، ويعتبر بعضها من مجموعة فيتامينات B ويطلق عليها أيضًا vitamers. وهى إن كان لها نشاط إلا أنه أقل من الفيتامينات وإن وجودها يخفف من نقص الفيتامينات.

وعندما تذكر فإنه يكتب عنها فى الهامش أنه لم يتم بعد التعرف على فائدتها التغذوية بالنسبة للإنسان. وعندما يكتب عنها الباحثون فإنه يكون ذلك لغرض تاريخى وللعلم بها، وتشجيع إجراء البحوث فى هذا المجال، علمًا بأنه دائمًا يكون هناك فجوة بين الوصول إلى الإثبات العلمى وبين قبولها كفيتامينات.

ومن مشابهات الفيتامينات :

١- بيوفلافينويدات	1-Bioflavonoids
٢- كارنتين	2- Carnitine
٣- يوبيكوينون	3- Ubiquinone
٤- اينوسيتول	4- Inositol
٥- حامض ليبويك	5- Lipoic acid
٦- حامض بنجاميك	6- Pengamic acid
٧- حمض بارا أمينوبنزويك	7- Paraaminobenzoic acid
٨- حامض أوروتك	8- Orotic acid

٩- لتريل، أمجدالين 9- Laetrile, amygdalin

(نتريلوسيد) فيتامين ب١٦ Nitrilosides vitamin B_{16}

١٠- فيتامين U 10- Vitamin U

S-methylmethionine

١- البيوفلافنويدات (فيتامين ب) Boiflavonoids (vitamin P) :

يرجع تاريخ اكتشاف البيوفلافنويدات في منتصف الثلاثينات من القرن العشرين بواسطة العالم المجرى Szent-Gÿrgyi، ولكن لم يثبت للآن أهميتها في الغذاء، وتعرف بفيتامينP، وهي مجموعة من الصبغات الموجودة في الخضروات والفواكه والأزهار والحبوب، مثل anthocyanins, anthoxanthins.

وهي توجد مع فيتامين C في المصادر الطبيعية، ولكن لا توجد في مستحضرات هذا الفيتامين. ويرجع اسم flavonoid إلى أن اللون الأصفر هو الأساس في معظمها، وهو مشتق من الكلمة اللاتينية "flavus" للون الأصفر. والآن أمكن تحديد أكثر من ٨٠٠ نوع منها أكثر من ٣٠ موجود في الموالح .

وأكثر البيوفلافنويدات المعروفة هي :

- الهسبريدين hesperidin
- نارنجين naringin
- روتن ruten

يوضح شكل (٧-٢٩) تركيب بعض الفلافونيدات.

شكل (٧-٢٩) تركيب بعض الفلافونيدات

ويوجد hesperidin فى الأزهار والفواكه غير الناضجة، وفى قشر البرتقال السكرى الناضج، كما يوجد فى الليمون واليوسفى والبرتقال البلدى. وتحتوى البرتقالة الناضجة على ١جم من هذه المادة، وعادة تستخدم فى التصنيع.

ويوجد naringin فى الجريب فروت، ويتميز بطعمه المر الذى يعطى الجريب فروت نوعًا من المرارة، وعادة يستخدم فى إعداد بعض المشروبات.

وruten ويوجد فى مجموعة من النباتات وفى الأوراق الخضراء المجففة، وتحضر منه بعض كبسولات فى مصانع الأدوية لاستخدامها فى معالجة جدر الشعيرات الدموية الضعيفة والشديدة المسامية.

وتمتص هذه الفيتامينات وتخزن فى الجسم بنفس طريقة ميتابوليزم فيتامين C، وتخرج الكميات الزائدة عن طريق البول.

وهى مركبات سهلة الذوبان فى الماء ملونة لا تتأثر بالحرارة أو الأكسجين أو التجفيف أو الأحماض المخففة، ولكنها سريعة التلف بواسطة الضوء.

وترجع أهميتها إلى :

١- دورها فى تقوية الشعيرات الدموية التى تصل فروع الشرايين بالأوردة حيث يحدث تبادل الدم النقى بما فيه من أكسجين وعناصر غذائية ليصل إلى جميع أنسجة الجسم من خلال القلب، والدم غير النقى المحمل بثانى أكسيد الكربون وفضلات الميتابوليزم، توطئة لخروج الفضلات خارج الجسم. ولهذا فإن نسبة مسامية هذه الشعريات محدودة ومنظمة حسب حاجة الجسم. فإذا زادت المسامية وأصبحت جدر الشعيرات ضعيفة فإن خروج الدم أثناء عملية التبادل يكون كبيرًا نسبيًا وتظهر بقع نزيف تحت الجلد، كما تسبب أيضًا فى خروج الماء وتراكمه فى الأنسجة (إديما edema). إن ميكانكية عمل flavonoids غير معروفة، ولكن المعروف أن ضعف الشعيرات الدموية مرتبط بنقص فيتامين C، وأيضًا مرض الاسقربوط، ولكن حيث أن flavonoids موجودة دائمًا مع فيتامين C فى الطبيعة، فيبدو أنهما يعملان معًا فى المحافظة على جدار الأوعية الدموية وتنظيم مساميتها.

٢- كما تعمل هذه الـbioflavonoids كمضادات للتأكسد فى الأغذية، وتأتى فى مرتبة تالية لفيتامين E، فهى تحمى الأغذية المحتوية عليها من التأكسد والتدهور، وزيادة مدة بقائها سليمة، وتحسن طعم الأغذية، كما تزيد من مدة صلاحية الوجبات المحتوية على الأغذية الحيوانية السريعة التلف والتأكسد.

٣- هذه المواد سريعة الاتحاد مع المواد المعدنية التى قد تؤثر على نشاط الإنزيمات وتؤثر على جدر الخلايا.

٤- لها دور فى المحافظة على فيتامين C فى أنسجة الجسم.

٥- تشترك مع فيتامين C فى إنتاج الكولاجين.

٦- يمكن أن تقوم بدور الأجسام المضادة وتقى الأغذية من تأثير الميكروبات الضارة.

٧- تحمى الجسم من تأثير المواد المسببة للسرطان عن طريق إيقاف نمو الخلايا السرطانية وحماية الخلايا الأخرى من أثر للمواد الضارة.

ويمكن استخدامها لمنع ومعالجة بعض الحالات رغم أنه لم يثبت بعد فعاليتها مثل:

١-ضعف الأوعية والشعيرات الدموية وزيادة مساميتها.

٢-نزيف اللثة والعين والمخ.

٣-البواسير والقرحة.

٤-معالجة بعض أنواع الجلوكوما.

٥-تقليل متاعب الدورة الشهرية عند النساء والحماية من الإجهاض.

٦-الضرر الناتج عن أشعة إكس.

٧-مرض السكر وأثره على العين.

٨-مانع لتجلط الدم في الأرجل وغيرها.

أعراض النقص :

تشبه أعراض نقص فيتامين C.

أما من حيث **الكميات الموصى بتناولها** فإنه يعتقد المتخصصون أنه يمكن تناول كميات شبيهة بفيتامين C كما يوصى بتناولها مع فيتامين C لأنها أكثر فاعلية، كما يعتقد أنها تزيد أيضًا من فاعلية فيتامين C.

٢ـ الكارنتين (فيتامين ب ـ ت) Carnitine (vitamin B-T) :

الكارنتين عبارة عن مرافق إنزيم Coenzyme وقد استخلص فى بادئ الأمر من اللحوم ١٩٠٥، إلا أنه لم يتوصل إلى تركيبه حتى ١٩٢٧. وفى عام ١٩٤٧ عندما كان Fraenkle يدرس أهمية حامض الفوليك لاحظ وجود هذه المادة فى الخميرة yeast، وأطلق عليها Bt. وأعطاها هذا الاسم لأنها قابلة للذوبان فى الماء ويرجع استخدام الحرف "T" إلى Tenebrio وهو مأخوذ من الاسم العلمى للدودة Tenebrio molitoro. ولم يعرف للآن أنه ضمن الفيتامينات، وأطلق عليه carnitine. ويشترك فى تكوينه حامضان أمينيان أساسيان هما : methionine وlysine، وذلك فى الكبد. وهو سهل الامتصاص فى الجسم مثل باقى مجموعة B. ويستمد carnitine الهيكل الكربونى من lysine ومجاميع ميثيل من methionine.

methionine ↘

lysine ⟶ eNtrimethyl lysine ⟶ δ butyrobetain

carnitine ⟵ δ butyrobetain

أهم وظائف كارنتين :

يلعب الكارنتين دورًا أساسيًا فى ميتابوليزم الطاقة، ودوره فى ذلك يتلخص فيما يلى :

١- نقل وأكسدة الأحماض الدهنية، ويسهل عملية نقل الأحماض الدهنية من خلال جدار الميتوكوندريا، كما يسهل بناء الدهن، كما أنه هام فى أكسدة الأحماض الدهنية وانطلاق الطاقة.
٢- تخليص الجسم من المواد الكيتونية.
٣- هناك شواهد تشير إلى أن الكارنتين يشجع البنكرياس لتوليد العصارات الهاضمة وأيضًا تنشيط الحيوانات المنوية.

ويوجد الكارنتين فى الأنسجة الحيوانية وقليل الوجود فى الأنسجة النباتية. وهو سريع الفقد بالذوبان والطهى بالحرارة الرطبة. ويرجع انخفاضه فى الأنسجة

النباتية نظرًا لانخفاض محتوى هذه النباتات فى الحامضين الأمينين methionine وlysine، اللازمين لتكوينه. ويؤدى نقص الكارنتين إلى تأثر العضلات. فلوحظ انخفاض الكارنتين فى العضلات التى حدث لها ضمور كما يؤدّى نقصه إلى تقليل سمك الألياف العصبية.

ويلاحظ أن وجبات النباتيين منخفضة فى الكارنتين سواء الموجود طبيعيًا أو المحضر من الأحماض الأمينية.

٣ - يوبكوينون Ubiquinone **مرافق الإنزيم كيو** Coenzyme Q :

اسم اليوبكوينون Ubiquinone عبارة عن اسم يجمع مجموعة من اليوبكوينون شبيهة بفيتامين K، وقد اكتشف فى عام ١٩٥٧ / ١٩٥٨ فى إنجلترا والولايات المتحدة الأمريكية فى وقت واحد أثناء دراسة الأحماض الدهنية الذائبة فى الدهن، وأيضًا دراسة بعض التفاعلات الإنزيمية فى الميتوكوندريا.

ويتكون من حلقة quinone وسلسلة جانبية مكونة من ٣٠ - ٥٠ ذرة كربون، وهذه هى التى تميز مركبات هذه المادة (شكل ٧-٣٠) ويمكن للجسم تكوينه من مواد وسطية لأحماض phenylalanine وtyrosine.

UBIQUINONE

H_3CO, H_3CO, O, O, CH_3, $(CH_2{-}CH{=}\overset{CH_3}{C}{-}CH_2)_nH$

Structure of ubiquinones (coenzymes Q). The "n" in the formula varies according to the source—it varies from 6 in some yeasts to 10 in mammalian liver.

شكل (٧-٣٠) يوبكوينون

وظيفته :

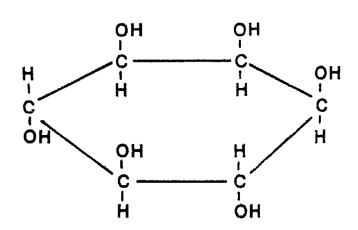
يعمل فى سلسلة التفاعلات التى تعمل على انطلاق الطاقة من ATP ويعتقد البعض أنه يمكن أن يمنع أو يقلل من آثار نقص فيتامين E. وقد يكون لهذا المركب

دور فى مد الجسم بالحلقة aromatic كنواة لاستخدامها فى الجسم فى تخليق بعض المواد.

وهذا المركب واسع الانتشار فى النباتات والحيوانات والبكتريا يمكن تخليقه فى الجسم. كما أمكن تحضيره معمليًا.

٤ ـ إينوسيتول Inositol :

عرف الاينوسيتول منذ سنة ١٨٥٠ وهو واسع الانتشار فى الأغذية مع الجلوكوز، وكان يطلق عليه اسم سكر العضلات muscle sugar. وفى عام ١٩٤٠ كان يعتقد أنه مادة أساسية فى التغذية وضم إلى مجموعة فيتامين B. ولكن لا يوجد ما يثبت الآن أن الجسم لا يمكن تخليقه. وهناك الكثير من العلماء والمراجع يضعون الإينوسيتول مع مجموعةB. وهو يشبه فى تركيبه الجلوكوز. وله تسع صور إلا أن أكثرها فاعلية هو myo-inositol (شكل (٧-٣١)).



. Structure of myo-inositol ($C_6H_{12}O_6$)

شكل (٧-٣١) تركيب الإينوسيتول

ويوجد فى جميع الأغذية مثل المخ وصفار البيض والخبز والبسلة الخضراء وعيش الغراب، وفى جميع الخلايا وفى الأنسجة الحيوانية يوجد مع الفوسفوليبيدات، وفى النباتات يوجد فى صورة حامض فيتيك Phytic acid. ويخزن الإينوسيتول فى المخ وعضلة القلب والعضلات، ويخرج من الجسم كميات صغيرة فى البول، إلا أن المريض بالسكر يخرج كمية كبيرة.

والإينوسيتول مادة بللورية عديمة اللون، تذوب فى الماء، ولا تتأثر بالأحماض أو القلويات.

وظائف الإينوسيتول :

لا تعرف كل وظائف الإينوسيتول، ولكن له دور فى نقل الدهون lipotropic وتساعد الجسم فى بناء اللسثين الذى يساعد على نقل الدهون من الكبد للخلايا، ويعمل على خفض الكولسترول، كما أنه يعتقد أنه مولد لمادة phosphoinosiotes التى توجد فى أنسجة مختلفة بالجسم، وخصوصًا فى المخ.

و لم تثبت أعراض نقص على الإنسان، ولكن ظهرت على الفئران من حيث سقوط الشعر حول الأعين.

٥ ـ حامض ليبويك Lipoic Acid :

حامض الليبويك مادة قابلة للذوبان فى الدهن، وتحتوى على كبريت، ويمكن تخليقها فى الجسم. وقد اكتشفه Reed عام ١٩٥١ أثناء عمله مع بكتيريا حامض اللاكتيك وأطلق عليه هذا الاسم مستخدمًا الكلمة اليونانية lipos بمعنى دهن.

وظائفه :

يشترك فى الإنزيمات التى تعمل على إزالة المجموعة الكربوكسيلية وأكسدة حامض pyruvic، فيعمل حامض lipoic كمرافق لإنزيم pyrophosphatase المحتوى على ثيامين اللازم لميتابوليزم الكربوهيدرات وانطلاق الطاقة، كذلك يتحد مع نواتج ميتابوليزم البروتين والدهن فى دورة حامض الستريك لتوليد الطاقة من هذه العناصر.

٦ـ حامض بانجاميك Pangamic Acid

(فيتامين ب١٥) (vitamin B_{15})

فى عام ١٩٥١ اكتشف Kreb وآخرون وجود مادة قابلة للذوبان فى الماء فى بذرة المشمش، كما عزلوها أيضًا فى ردة الأرز ومن الخميرة. اشتق هذا الاسم من pan بمعنى عالمى، وgamic بمعنى بذرة، وأعطيت اسم ب١٥، وسبب ضمه إلى مجموعة فيتامين B أنه يوجد حيث توجد معظم هذه الفيتامينات فى الأغذية المختلفة. ولكن حتى الآن لا يعرف هل يمكن للإنسان تخليقه أم لا. وهو سريع الامتصاص والانتشار فى الجسم. ويوجد بنسبة كبيرة فى الكلى. وهو مادة بللورية سريعة الذوبان فى الماء، وشكل (٧-٣٢) يوضح تركيبه.

```
        COOH
         |
     H—C—OH
         |
    HO—C—H
         |
     H—C—OH
         |
     H—C  OH   O
         |      ||     / CH3
       CH2—O—CCH2N <
                       \ CH3
```

Pangamic acid ($C_{10}H_{19}O_8N$).

شكل (٧-٣٢) تركيب حامض بانجاميك

وظيفته : يؤدى حامض بانجاميك وظائف عدة، منها :

١-يعتبر مصدر لمجموعة الميثيل CH_3 وبذلك يمكن للجسم تكوين الكولين وأيضًا مادة الكرياتين فى العضلات وأنسجة القلب، وفى حالة زيادة تكوين ATP يمكن تكوين مادة فوسفوكرياتين التى تحتفظ بالطاقة، كما يمكن تكوين ATP عند انخفاضه بتفاعل معاكس لما سبق.

٢-يساعد فى كفاءة انتقال الأكسجين من الدم إلى الخلايا وخصوصًا القلب والعضلات عندما ينخفض الأكسجين.

٣-يمنع تكوين الكبد الدهنى fatty liver وخصوصًا فى حالة الجوع او الوجبات الخالية من البروتين.

٤-تكيف الجسم لزيادة النشاط الجسمى.

٥-تنظيم كولسترول الدم حيث يخفض من تكوينه.

ويمكن استخدام حامض pangamic فى علاج :

١-تصلب الشرايين، الصداع، عدم كفاءة التنفس فى حالة انسداد الشرين وتقوية عضلات القلب التى يتسبب عنها أضرار كثيرة، وتنظيم ضربات القلب وخصوصًا بعد الأزمات القلبية.

٢-فى حالة الشعور بالتعب والإرهاق لخفض هذا الشعور وزيادة الطاقة و تحسين الميتابوليزم.

٣-ضيق التنفس وزيادة كفاءة انتقال الأكسجين من الدم إلى الخلايا.
٤-فى حالة ارتفاع كولسترول وقد ظهر تأثيره بعد تعاطى هـذا المركـب لمـدة ١٠ - ٣٠ يومًا.
٥-لعلاج وظائف الكبد فى حالـة إصابـة الفـرد بـالعدوى وانخفـاض درجـة حرارتـه، وكذلك فى حالة الإصابة بالصفراء، وفى حالة التهاب الكبد المزمن.
٦-عـلاج بعـض أمـراض الجلـد والأنسـجة المبطنـة، وأيضًـا لخفـض الأديمـا والهـرش والإكزيما.

أعراض النقص :

المعروف للآن من أعراض النقص هو زيادة الشعور بالتعب واضطراب بعـض الغدد والجهاز العصبى.

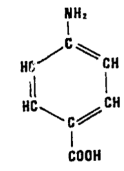
أحسن مصادر هذا المركب :

من أحس المصادر بذور عباد الشمس والقرع العسلى والخميرة والكبد والأرز والحبوب الكاملة والمشمش.

٧ـ حامض بارا أمينوبنزويك Para-aminobenzoic Acid (PABA) :

يوجد هذا المركب فى الأغذية الغنية بمجموعة فيتامينات B وهو عـامل للنمو فـى بعض البكتريا، كما أن له تأثير الفولاسن إذا أعطى لحيوانات لا يمكنها تخليق الفولاسين.

وبالنسبة للإنسـان يدخـل فـى تركيـب الفولاسـين ولكـن ليـس لـه فاعليـة الفيتامين، ولذا لا يعتبر فيتامين، ويمكن لجسم الإنسان تكوينه (شكل ٧-٣٣).



Structure of *para*-aminobenzoic acid.

شكل (٧-٣٣) تركيب البارا أمينوبنزويك

وظائفه :

١-تكوين فيتامين الفولاسين folacin.

٢-يعمل كمرافق إنزيم فى هدم وتمثيل البروتين وتكوين كرات الدم وخصوصًا الحمراء.

٣-يستخدم مستحضره فى حماية الجسم من أشعة الشمس.

٤-يضاد فعل مركبات السلفا التى تقتل البكتريا النافعة للجسم.

يمكن إذا تعاطى الإنسان كميات كبيرة من السلفا قد تعرض الإنسان لنقص فى PABA وكذلك فى الفولاسين، ومن أعراض ذلك : التعب والحساسية والاكتئاب والعصبية، والصداع، والإمساك. ويوصى بتناول ٢ - ٦ جم يوميًا. وأحسن مصادره الخميرة، السمك، فول الصويا، السودانى، الكبد، البيض، جنين القمح، والمولاس.

وليس من زيادة تناوله أى خطورة، ولكن استمرار تناول كميات كثيرة منه قد يؤدى إلى الدوار والقيء.

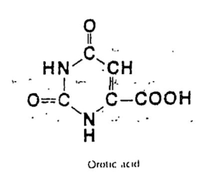
٨ـ حامض أوروتيك (فيتامين ب١٣) Orotic Acid (vitamin B_{13}) :

قد يكون هذا المركب عاملاً مشجعًا للنمو والحماية من العديد من الأمراض، لكن لا يعرف للآن دوره فى ذلك، وهو واسع الانتشار ولا يوجد منه أى مشاكل.

ويستخدمه الإنسان فى ميتابوليزم الفولاسين والكوبالامين، مما يساعد فى تجديد بعض الخلايا. وهناك احتمالات فى أن هذا المركب ممكن أن يعالج بعض حالات التصلب.

كما يستخدمه الإنسان فى بناء قواعد pyrimidine اللازمة لتكوين الأحماض النووية، وبالتالى يساعد فى تخليق البروتين وتكاثر الخلايا.

وأعراض نقص هذا الفيتامين لم تثبت بعد، ولكن احتمال نقصه يؤدى إلى اضطراب الكبد، تدهور الخلايا. وأحسن مصادره اللبن المتخثر curdle milk والجذور الدرنية لبعض الخضروات. يوضح شكل (٧-٣٤) تركيبه.



شكل (٧–٣٤) تركيب حامض الأوروتيك

٩= لتريل، أميجدالين، نترولوسيود (فيتامين ب١٧)

Laetrile, amygdalin, nitrilosides (vitamin b_{16}) :

لتريل أو أميجدالين مركبات موجودة فى المشمش، وهناك من يقول إنه يحمى من السرطان، وكان Ernest Kreb أول من استخدم هذه المادة فى العلاج وأطلق عليها فيتامين ب١٧.

استخرج من بذور المشمش فى عام ١٩٠٠ فى الولايات المتحدة وابتدأ فى استخدامه فى علاج السرطان ١٩٢٠. ويعتقد كثير من الأطباء أنه يعطى نتائج جيدة فى علاج السرطان، وكان الصينيون القدماء يستخدمونه لعلاج حالات السرطان.

والأمجدالين (لتريل) عبارة عن نترلوسيد nitriloside يتركب من ٢ جزىء من جلوكوز، وجزىء من بنزالدهيد benzaldehyde وجزىء من سيانيد الهيدروجين HCN (شكل ٧–٣٥).

CN
/
$C_6H_5 \cdot CH$
\
$O \cdot C_6H_{10}O_4 \cdot O \cdot C_6H_{11}O_5$
GLUCOSE GLUCOSE

شكل (٧–٣٥) تركيب لتريل – أمجدالين

ويوجد أكثر من ٢٠ مركب مختلف موجود فى ١٢٠٠ نبات، ويستخدم الكثير منها. والسيانيد الموجود طبيعيًا فى بذور المشمش أو فى اللوز المر محاط بالجلوكوز ولكنه يخرج فى القناة الهضمية للإنسان. وتعمل الإنزيمات على هدم الأمجدالين إلى أربعة مركبات تمتص فى الليمف ثم إلى الوريد البابى ومنها إلى جميع أجزاء الجسم.

وظائف الأمجدالين (ليتريل) :

إن الأمجدالين الموجود فى بذور المشمش أو اللوز المر يمد الجسم بكميات بسيطة من السيانيد (HCN). ويتحول هذا المركب فى جسم الإنسان بواسطة إنزيم rhodanase إلى ثيوسيانات thiocyanate. ويعتقد أن هذه المادة تهاجم الخلايا السرطانية. ومع معرفة المتخصصين أنه يرد مستوى منخفض من السيانيد إلى مكان الورم فهناك ثلاث احتمالات لذلك منها : أن الخلايا السرطانية لا يوجد بها إنزيم rhodonase لكنها تحاط بإنزيم beta-glucuronidase التى تطلق مادة السيانيد من مركب ليتريل فى مكان الورم الخبيث وتهاجم الخلايا السرطانية وكما ذكر Cason الأستاذ بجامعة كاليفورنيا أن مادة Laetrile تمنع الخلايا السرطانية من التكاثر. وكما أشار Schweitzer أنه لاحظ لعدة عقود أنه لم يكن هناك حالة واحدة مصابة بالسرطان بين الأفارقة من قبائل الجابون Gabon الذين يستمدون ٨٠ - ٩٠٪ من الطاقة اللازمة من درنات الكاسافا cassava التى تحتوى على ٠,٥٪ من nitriloside.

- لوحظ فى مستشفى جامعة جنوب كاليفورنيا انخفاض نسبة الإصابة بما يعادل الثلثين بين النباتيين وقد ظهر أنهم يتناولون من ٦ - ٨ ملجم nitriloside/ الفرد/ اليوم بخلاف باقى السكان الذين يتناولون بمعدل أقل من ١ ملجم/ الفرد/ اليوم.
- بين سكان الهيمالايا أنه لم يلاحظ حالة وفاة واحدة خلال ١٠٠ سنة وقد أرجعت WHO ذلك إلى أن معدل تناول nitriloside / اليوم / الفرد يزيد عن ١٠٠ ملجم الذى يستمدونه من بذور المشمش.

يلاحظ أن هذه الثلاث احتمالات تشير إلى مركب laetrile يقى من الإصابة بالسرطان وليس كعلاج.

وأعراض نقصه تتمثل فى أنه قد يزيد من فرصة تعرض الإنسان لمرض السرطان. ويمكن أن يتناول الإنسان من هذه المادة من ٠,٠٢٥ – ١جم وينبغى ألا يزيد عن ذلك. وتشير Ensminger (١٩٩٥) أنه يمكن الحصول على كمية مناسبة من تناول عدد (٥–٣٠) من بذور ثمار المشمش تقى الإنسان من السرطان.

وأحسن مصادر laetrile بذور ثمار العديد من الفواكه مثل المشمش والتفاح والخوخ والبرقوق والنكتارين والكريز.

١٠- فيتامين Vitamin U (S-methylmethionine) U :

يوجد هذا الفيتامين فى الخضروات الطازجة، وخصوصًا الكرنب، وهو يمنع تكوين قرحة المعدة، ولذا يسمى عامل هذه القرحة antiulcer factor ويتركب من حامض methionine بعد إضافة مجاميع الميثيل، كما فى شكل (٧–٣٥).

$$\left[HOOC-\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}-CH_2-CH_2-\overset{+}{S}\begin{matrix} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_3 \end{matrix} \right] Cl^-$$

Vitamin U (methylmethionine sulphonium chloride)

شكل (٧–٣٥) تركيب فيتامين U

ويعتبر مصدر لمجاميع الميثيل اللازمة لتكوين العديد من المركبات اللازمة لجسم الإنسان مثل الكولين والكرياتين.. وغيرها. كما أنه يعتبر عامل مهم يدخل فى حركة ونقل الدهون.

ويمكن أن يستخدم فى علاج قرحة المعدة وقد أمكن تحضيره فى صورة بللورات.



الباب الثامن

العناصر المعدنية

MINERAL ELEMENTS

العناصر المعدنية(*)

MINERAL ELEMENTS

مقدمة :

يتكون جسم الإنسان من ٦٥٪ ماء، ١٦٪ بروتين، ١٠٪ كربوهيدرات، ٥٪ دهن وهذه تشكل ٩٦٪ من وزن الجسم وهو الجزء العضوى من جسم الإنسان الذى يتكون أساسًا من عناصر الكربون، الأكسجين، والأيدروجين والنيتروجين أما ٤٪ الباقية فهى العناصر المعدنية.

والعناصر المعدنية أو الجزء غير العضوى من جسم الإنسان هو الرماد المتبقى بعد تمام احتراق المواد العضوية وتوجد فى جسم الإنسان إما حرة أو متحدة مع مواد عضوية أو غير عضوية. ويحتفظ الجسم بهذه المعادن حتى بعد أكسدة المواد العضوية أو الغذاء الذى كان يحتويها.

ويوجد فى الأنسجة الحيوانية حوالى ٥٠ عضرًا معدنيًا وجد منها حوالى ٢١ عنصرًا ضروريًا للإنسان. والمعادن الضرورية Essential elements هى المعادن اللازم وجودها فى الوجبة اليومية لضمان النمو والصيانة والتكاثر.

من الجدير بالذكر أن قدماء العالم تعرفوا على نقص المعادن وأمكنهم معالجة أعراض النقص رغم أنهم لم يكونوا يعرفون قواعد العلاج. فمثلاً الصينيون وصفوا مرض الجويتر ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد وكانوا يعالجون المصابين بتناول نباتات الماء والإسفنج بعد حرقه، والمعروف الآن أن هذه المواد بها آثار من عنصر اليود. وكان الإغريق حوالى القرن الرابع قبل الميلاد فى عهد Hippocrates يعالجونَ مرضى الأنيميا بإعطائهم ماء به حديد فكانوا يغمسون السيوف الساخنة المحماة لتبريدها فجأة فى الماء.

ولم يعرف الكثير عن المعادن إلا فى عصر النهضة Renaissance حين أسست المعامل وجهزت بالأجهزة المتاحة ووضعت طرائق التحليل الكيمائى... وقد توقع Lavoisier الفرنسى الملقب بمؤسس علم التغذية أن عنصرى الصوديوم والبوتاسيوم سيكتشفان لأنهما يوجدان فى كثير من المركبات... وبعد سنوات بسيطة اكتشف

(*) إيزيس نوار وآخرون، ١٩٩٠، إيزيس نوار وآخرون ٢٠٠٠.

الكيمائى البريطانى ليس فقط الصوديوم والبوتاسيوم بل أيضًا الكالسيوم والكبريت، والمغنسيوم والكلورين.. وقد نال عن ذلك جائزة الأكاديمية الفرنسية Volta Medal ١٨٠٦ رغم أن فرنسا وإنجلترا كانتا فى حالة حرب آنذاك... وقد تقدمت المعرفة بعد ذلك بمعدل أسرع.. بعد أن نشر Berzelius السويسرى محتوى العظام من الكالسيوم والفوسفور عام ١٨٠١، كما توصل ١٨٣٨ أن الحديد الموجود فى الهيموجلوبين يمكن الدم من امتصاص الأكسجين.

ووجد الكيمائى الفرنسى Boussingault أن تناول القرويين فى جنوب أمريكا اللاتينية الملح المحتوى على يود كان وقاية لهم من الإصابة بالجويتر وذلك عن طريق تجارب الحيوان، وقد توصل أيضًا إلى أهمية الكالسيوم والحديد فى غذاء الحيوان. وقد نال عالم الفيزياء السويسرى Chossal جائزة ١٨٤٠ حيث وجد أن إضافة كربونات الكالسيوم إلى وجبة مكونة من قمح وماء قد حسنت من نمو العظام فى الحمام.

وبعد مرور حوالى نصف قرن اكتشف العالم البيوكيمائى الألمانى Baumann ١٨٩٥ أن الغدة الدرقية تحتوى على يود، كما وجد العالم الأمريكى Marine وزملاؤه بين ١٩٠٧ و١٩١٨ أن إضافة كميات بسيطة من اليود كانت وقاية للحيوانات وأطفال المدارس من الجويتر.

وبنهاية القرن ١٩ اكتشف حوالى $\frac{١}{٣}$ المعادن اللازمة، وكان ذلك مصاحبًا للعمل البحثى فى الفيتامينات وكان من الصعب فى ذلك الوقت التفريق بين الأمراض الناتجة من نقص المعادن وتلك الناتجة من نقص الفيتامينات.

وفى العقدين الأولين من القرن العشرين اكتشف الكثير عن دور المعادن وأهميتها بالنسبة للفيتامينات كى تؤدى وظائفها وأكد ذلك أهمية المعادن بالنسبة للإنسان، وبالرغم من ذلك فكان هناك بعض الشك فى أهمية المعادن فمثلاً رغم التعرف على الكوبلت ودوره ١٩٣٥ إلا أنه لم يعرف أنه أحد مكونات فيتامين B_{12} إلا عام ١٩٤٨. وتوالى بعد ذلك اكتشاف أهمية ودور المعادن، حيث عرف أهمية السيلنيوم ١٩٥٧، والكروميوم ١٩٥٩ بواسطة العالم الأمريكى الألمانى الأصل Schwarz. وفى عام ١٩٧٢ عرف الفلورين والسليكون.. وهناك الحاجة أيضًا لمعرفة

أثر هذه المعادن فى تلوث الغذاء والماء والهواء... أيضًا معرفة العلاقات بين العديد من المعادن.

تقسيم العناصر المعدنية Classification :

تقسم العناصر المعدنية فى جسم الإنسان حسب أهمية ونسبة وجودها فى جسم الإنسان إلى:

١- عناصر معدنية ضرورية لتغذية الإنسان وتوجد بكميات كبيرة نسبيًا Macronutrient elements وتطلق عليها المعادن الكبرى Macroelements وهى التى توجد فى جسم الإنسان بنسب تزيد عن ٠,٠٠٥٪ من وزن الجسم وتشمل هذه المجموعة الكالسيوم والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلورين والماغنسيوم وهذه المجموعة من المعادن يحتاجها الفرد أيضًا بكميات كبيرة نسبيًا، تتراوح بين ٠,١ جم إلى ١جم أو أكثر/ اليوم.

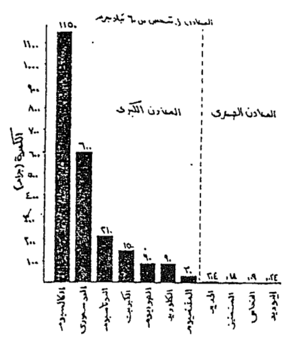
٢- عناصر معدنية ضرورية لتغذية الإنسان ولكن توجد بكميات قليلة Micronutrient elements ويطلق على هذه المجوعة المعادن الصغرى Microelements أو معادن الآثار trace elements وهى توجد فى جسم الإنسان بكميات تقل عن ٠,٠٠٥٪ من وزن الجسم وتشمل الحديد والزنك والسيلنيوم والمنجنيز والنحاس واليود والكوبلت والموليبدنم والكروميوم والفلورين والسليكون والفانيديم والنيكل ويحتاجها الإنسان فى غذائه بكميات صغيرة جدًا أو آثار، فيحتاجها الإنسان من ١ ميكروجرام إلى ملليجرام / اليوم.

٣- عناصر معدنية لم يثبت ضروريتها بالنسبة لجسم الإنسان ولكن وجد لها دورًا مهمًا فى بعض التفاعلات الحيوية فى الجسم مثل الباريم والبرومين والاسترانشيم والكادميوم.

٤- عناصر معدنية لم يثبت إلى الآن أهميتها بالنسبة لجسم الإنسان مثل الذهب والفضة والنيكل والألومنيوم والزئبق والرصاص وحوالى ٢٥ معدنًا آخر لم يكتشف إلى الآن دورهم.

ويوضح شكل (٨-١) كمية العناصر المعدنية فى جسم الإنسان ويفصل الخط المتقطع المعادن الكبرى من معادن الآثار. فالمعادن الكبرى هى التى توجد

بكميات تزيد عن ٥ جم (ملعقة صغيرة) ويلاحظ أن الشكل يوضح أربعة عناصر من معادن الآثار فقط أما عناصر الآثار الباقية فهى توجد بكميات ضئيلة جدًا.



شكل (٨-١) توزيع العناصر المعدنية فى جسم الإنسان

كما تقسم المعادن التى يحتاجها الجسم حسب مقدرة الجسم على الاستفادة بها إلى :

١-معادن سهلة الامتصاص وتفرز بسهولة خارج الجسم: بعد هضم الغذاء يمتص الغذاء بعض العناصر من المكونات البسيطة الذائبة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلورين. هذه العناصر تفرز أيضًا بسهولة فى البول.

٢-معادن تمتص بقلة وتفرز بسهولة: يوجد الكالسيوم والماغنسيوم والفوسفور فى صورة مركبات غير ذائبة صعبة الهضم والامتصاص وبالتالى فإن التحليل الكيماوى للغذاء لا يعكس كمية المعدن المتاحة للامتصاص. ولكن بعد الامتصاص تفرز بسهولة فى البول أو البراز.

٣-معادن صعبة الامتصاص ويصعب إفرازها خارج الجسم: هذه المجموعة من المعادن لا تفرز خارج الجسم بسهولة بل تتراكم داخله وتسبب تسمم للجسم مثل الكوبلت والنحاس والزنك والمنجنيز وهى عادة توجد فى الأغذية بكميات ضئيلة جدًا.

أهمية العناصر المعدنية :

بالرغم من صغر نسبة المواد المعدنية فى الجسم إلا أنها ذات أهمية كبرى فى كثير من العمليات الحيوية. وعمومًا تدخل المعادن فى الجسم فى وظيفتين أساسيتين إما كمواد بنائية Structural constituents أو كمواد منظمة كجزء من مكونات محاليل الجسم Components in the body fluids.

أولاً: كمواد بنائية Structural constituents :

١- تدخل فى بناء الأنسجة الصلبة فى الجسم مثل العظام والأسنان والذى يدخل فى تركيبها الكالسيوم والفوسفور والفلورين مما يعطى نوعًا من الصلابة المرغوبة.

٢- كمكونات للأنسجة الرخوة فيحتوى بروتين العضلات على كبريت، وعمومًا كل خلية تحتوى على فوسفور وحديد والأنسجة العصبية تحتوى على فوسفور.

٣- تدخل فى تكوين بعض المواد الضرورية للجسم فيوجد اليود فى هرمون الثيروكسين والزنك قد يوجد فى الأنسولين، والحديد فى الهيموجلوبين والكلور فى حامض الهيدروكلوريك فى العصارة المعدية. والإنزيمات المعدنية Metaloenzymes مثل السيتوكروم أكسيديز Cytochrome oxidase الذى يحتوى على الحديد والنحاس وإنزيم الزانثين أكسيديز Xanthine Oxidase الذى يحتوى على الموليبدنم Molybdenum ومن الأمثلة على الفيتامينات الثيامين Thiamin الذى يحتوى الكبريت وفيتامين B_{12} الذى يحتوى الكوبلت.

ثانيًا: كمكونات لمحاليل الجسم Components in the body fluids :

١- الحفاظ على التوازن الحامضى- القلوى :

لا تستطيع العمليات الخلوية أن تستمر إلا فى مجال ضيق جدًا من رقم حموضة (pH) قريب من درجة التعادل (عادة ٧,٤) وتلعب المعادن دورًا هامًا فى الحفاظ على التوازن الحامضى القلوى لضمان هذه الحدود من درجة الحموضة فالكلورين والكبريت والفوسفور يميل تفاعلهم للحموضة بينما الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والحديد والماغنسيوم يميل تفاعلهم للقلوية. ويوضح شكل (٨-٢) العناصر المعدنية التى ينتج منها أحماض أو قواعد فى جسم الإنسان وأهم الأغذية الموجودة بها.

	مكونة للحموضة	مكونة للقواعد
العناصر المعدنية	الكلور	الكالسيوم
	الكبريت	الحديد
	الفوسفور	الماغنسيوم
		البوتاسيوم
		الصوديوم
الأغذية	الحبوب ومنتجاتها	الخضروات
	اللحوم	والفاكهة
	البيض	
	الدواجن	
	الأسماك	

شكل (٨-٢) العناصر المعدنية المنتجة للأحماض والقواعد فى جسم الإنسان

ويلاحظ فى شكل (٨-٢) أن الفاكهة والخضروات من الأغذية التى يعتبر تفاعلاتها قاعدية فى الجسم. وهذا يرجع إلى أن الأحماض السائدة فيها هى أحماض عضوية والتى تدخل فى التفاعلات الحيوية بجسم الإنسان تمامًا بحيث لا تؤثر على الحموضة الكلية حتى بالنسبة لثمرة الليمون تعتبر من الأغذية المكونة للقواعد Base Forming لأن بعد تكسير الأحماض العضوية لدخولها فى تفاعلات الجسم الحيوية يبقى الصوديوم والبوتاسيوم مكونة قواعد.

وأغلب الوجبات العادية تحتوى على زيادة طفيفة من العناصر المسببة للحموضة الزائدة عن طريق زيادة إخراج CO_2 مع هواء الزفير أو زيادة حموضة البول المفرز من الجسم.

ويحافظ الجسم على درجة الحموضة بعدة طرق:

أ- يحتوى الدم على منظمات حموضة buffers مثل الكربونات والفوسفات والبروتينات والتى يمكنها أن تتفاعل مع الحموضة الزائدة أو القلوية الزائدة بحيث يحافظ على حموضة الدم والسوائل المحيطة بالأنسجة المختلفة قرب التعادل حتى لا تتأثر التفاعلات المختلفة.

ب- يطلق العظم الفوسفات والتى تعمل كمنظم للحموضة buffers حيث ترتبط مع أيونات الأيدروجين الموجودة فى السوائل المحيطة.

ج- إذا لم تتمكن منظمات الحموضة buffers من التخلص من القلوية الزيادة يتكون حامض الكربونيك عن طريق تفاعل ثانى أكسيد الكربون مع الماء الذائب من عمليات الميتابوليزم. وعادة يعادل حامض الكربونيك الناتج قلوية الدم الزيادة.

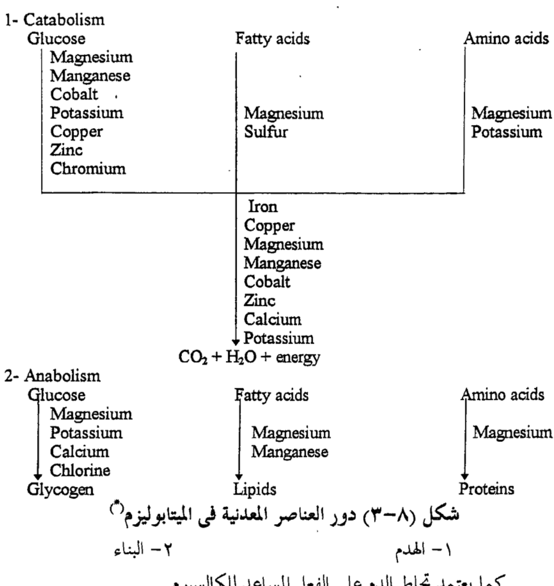
د- تتعادل الحموضة الزائدة بالقواعد المخزنة فى الجسم التى تتكون من مجموعة الأمين (الناتج من نزع مجموعة الأمين Deamination من البروتينات) والماء لتكوين الأمونيا وبهذه الطريقة تمنع حالة حموضة الدم Acidosis.

٢- الفعل المساعد Catalytic action :

يعمل العديد من العناصر المعدنية كعوامل مساعدة حيث أن وجودها ضرورى لاتمام تفاعل بعض الانزيمات ومادة التفاعل Substrates فبعض العناصر المعدنية تعمل كعامل مساعد فى كثير من خطوات هدم catabolism الكربوهيدرات، والدهون، والبروتين إلى ثانى أكسيد كربون ماء وطاقة وكذلك فى عمليات البناء أو تخليق الدهون والبروتين.

ويوضح شكل (٨-٣) دور العناصر المعدنية فى ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون والبروتين فى الجسم. ويلاحظ أن العديد من التفاعلات تعتمد على وجود بعض من العناصر وأن بعضهم يشترك فى خطوات مختلفة.

علاوة على ذلك فإن تخليق بعض المكونات الحيوية فى الجسم مثل الهيموجلوبين يتوقف على وجود عدة معادن غير الداخلة فى تركيب الجزىء نفسه.



شكل (٨-٣) دور العناصر المعدنية فى الميتابوليزم[*]

١- الهدم ٢- البناء

كما يعتمد تجلط الدم على الفعل المساعد للكالسيوم.

ويعتمد مرور العناصر الغذائية المختلفة خلال الأغشية الحيوية على وجود العناصر المعدنية. فمثلاً يسهل الكالسيوم امتصاص فيتامين B_{12} من الأمعاء كما يسهل الماغنسيوم والصوديوم امتصاص الكربوهيدرات. كما ينشط بعض العناصر المعدنية الإنزيمات الهاضمة مثل إنزيم ليباز البنكرياس pancreatic lipase الذى ينشط فى وجود الكالسيوم والماغنسيوم.

٣- المحافظة على التوازن المائى Maintenance of water balance :

يوجد الماء فى الجسم إما داخل الأوعية الدموية أو داخل الخلايا أوبين الخلايا

[*] إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠).

ويتحكم فى حركة الماء الخاصية الاسموزية وبالتالى تتوقف على تركيز العناصر المعدنية داخل وخارج الخلايا. حيث يمر الماء جهة تواجد العناصر المعدنية بكمية كبيرة ويمر مع الماء العناصر الغذائية المختلفة اللازمة لسلامة الخلايا. وإذا حدث أى خلل فى المحافظة على الضغط الاسموزى ينتج إما استسقاء **edema** وهى تراكم السوائل فى الخلايا أو حالة جفاف **dehydration** .

		خارج الخلايا	داخل الخلايا
العناصر	كاتيونات$^{+}$	الصوديوم	البوتاسيوم
	أنيونات$^{-}$	الكلورين	الفوسفات

ويعتبر الصوديوم من أهم العناصر التى لها دور فى المحافظة على الضغط الاسموزى وبالتالى على حركة السوائل فى الأنسجة. فعند انخفاض تركيز الصوديوم فى خارج الخلايا (كما فى حالة ارتفاع كمية العرق) يخرج الماء من داخل الخلايا محملاً بالبوتاسيوم للمحافظة على التوازن الالكتروليتى داخل وخارج الخلايا. وهذا يسبب جفاف للخلايا وممكن ملاحظته بالشعور بالتعب والدوخة.

أما فى حالة زيادة تركيز الصوديوم كما فى حالة ارتفاع تناول الملح يمر الماء من الخلايا إلى الأوعية الدموية. وهذا يزيد من حجم الدم وبالتالى يرتفع ضغط الدم كذلك قد يمر جزء من الماء إلى الخلايا ويتراكم مع المحاليل الداخلية **intercellular fluides**.

ويؤدى تراكم الماء بين الخلايا إلى انتفاخ الأنسجة ويطلق عليها **edema** ولإعادة ضبط التوازن يزداد الإحساس بالعطش حتى يمكن إعادة التوازن ثانيًا.

٤ - نقل الإشارات العصبية Transmission of nerve impulses :

تقوم أيونات الصوديوم والبوتاسيوم بنقل النبضات العصبية خلال الأعصاب Transmission of nerve impulses فعند تنبيه العصب يحدث تغير فى نفاذية الغشاء المغلف للخلايا العصبية بحيث تزداد نفاذية هذا الغشاء للصوديوم فيسهل دخول الصوديوم إلى داخل العصب وفى نفس الوقت يخرج البوتاسيوم للخارج، ويحدث ذلك تغير مؤقت فى الشحنة الكهربائية وفى نفاذية الغشاء العصبى وتمر هذه التغيرات على طول العصب ناقلة معها النبضة العصبية أو الإشارة العصبية.

والتغير الذى يحدث فى تركيز المعادن يؤثر على نقل الإشارة العصبية وينظم الكالسيوم أيضًا انطلاق Acetylcholine من الحويصلات الموجودة عند طرف العصب وهو المادة المسئولة عن النقل الكيماوى للإشارة العصبية من نهاية طرف العصب الآخر أو العضلة عند منطقة التشابك العصبى أو الوصلة العصبية Synapses.

٥ ـ انقباض العضلات Muscle contraction :

ثبات تركيب السوائل البينية التى تنغمس فيها ألياف العضلات هام جدًا لضمان قيام العضلات لوظائفها الانقباضية. فالكالسيوم له تأثير منشط أو منبه للانقباض بينما الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم منبهات الاسترخاء.

٦ـ تلعب المعادن مع الفيتامينات دورًا مهمًا فى تهذيب السلوك العدوانى وزيادة التعاون فى المجتمع كما سبق ذكره.

وجود العناصر المعدنية :

تعتبر التربة والماء هما المصدرين الأساسين للعناصر المعدنية فى الأغذية وإن كان هناك مصادر أخرى متباينه وعمومًا يتفاوت نسب وجود العناصر المعدنية فى الأغذية المختلفة حسب عدة عوامل:

- نسبة وجود العناصر المختنفة فى التربة.
- الموقع الجغرافى.
- اختلاف فصول السنة.
- اختلاف مصدر مياه الرى.
- استخدام الأسمدة العضوية.
- استخدام المبيدات المختلفة.
- إضافة المعادن لبعض الأغذية كمضافات للأغذية لتقويتها Supplementation أو أثناء التصنيع.
- فقد العناصر أثناء إعداد وطهى وتصنيع الغذاء.

وعمومًا توجد العناصر بتركيزات مرتفعة فى الأغذية الحيوانية وكذلك فى صورة سهلة الامتصاص عن الأغذية النباتية وتوجد معادن الآثار بتركيزات مرتفعة فى النباتات فى الأجزاء الخارجية وفى الجنين germ وهى الأجزاء التى تزال أثناء عملية الطحن.

فقد العناصر المعدنية أثناء تصنيع الأغذية :

يرجع الفقد فى العناصر المعدنية إلى سهولة فقدها من الغذاء أثناء إعداده والذى يشمل الغسيل والنقع والطهى كما هو الحال بالنسبة للفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء أو نتيجة لعملية التشذيب Trimming أثناء عملية التقشير أو إزالة الأجزاء غير المرغوبة من النبات حيث أن معظم العناصر المعدنية بقرب القشرة الخارجية للخضروات والفاكهة ولهذا ينصح دائمًا بتناولها بدون تقشير كلما أمكن. كما تفقد العناصر المعدنية بكميات كبيرة أثناء عمليات طحن وتصنيع منتجات الحبوب.

وتتوقف درجة فقد العناصر المعدنية على سهولة ذوبانها فى الماء فيوضح جدول (٨-١) تأثير السلق المبدئى Blanching على فقد مجموعة من العناصر المعدنية فيلاحظ أن البوتاسيوم والصوديوم أكثر العناصر فقدًا فى الماء بينما نجد أن الكالسيوم قد زادت كميته نسبيًا نتيجة وجوده فى السبانخ مرتبطًا مع مواد غير قابلة للذوبان.

جدول (٨-١) تأثير عملية السلق والطهى
على فقد العناصر المعدنية فى السبانخ

المعدن	جم/١٠٠جم		
	طازج	بعد السلق	نسبة الفقد ٪
البوتاسيوم	٦,٩	٣,٠	٥٦
الصوديم	٠,٥	٠,٣	٤٣
الكالسيوم	٢,٢	٢,٣	صفر
الماغنسيوم	٠,٣	٠,٢	٣٦
الفوسفور	٠,٦	٠,٤	٣٦

فى حين نجد أن الكالسيوم يفقد عند طهى الفاصوليا الجافة بنسب تقارب نسب فقد باقى العناصر المعدنية (جدول ٨-٢).

جدول (٨-٢): تأثير الطهى على فقد بعض العناصر المعدنية فى الفاصوليا

المعادن	مجم/١٠٠جم		
	طازج	مطهى	نسبة الفقد ٪
كالسيوم	١٣٥	٦٩	٤٩
النحاس	٠,٨٠	٠,٣٣	٥٩
الحديد	٥,٣	٢,٦	٥١
الماغنسيوم	١٦٣,٠	٥٧,٠	٦٥
المنجنيز	١,٠٠	٠,٤	٦٠
الفوسفور	٤٥٣,٠	١٥٦,٠	٦٥
البوتاسيوم	٨٢١,٠	٢٩٨,٠٠	٦٤
الزنك	٢,٢	١,١	٥٠

كما يوضح جدول (٨ - ٣) تأثير السلق والطهى بطرق مختلفة على محتوى البطاطس من النحاس، فيلاحظ زيادة محتوى قشر البطاطس من النحاس.

جدول (٨ - ٣) محتوى النحاس لبطاطس معدة بطرق مختلفة

النــوع	مجم/ ١٠٠ جم وزن رطب
طازجة	٠,١٢
مسلوقة	٠,١
بقشرها	٠,١٨
شيبسى	٠,٢٩
مهروسة	٠,١٠
قشر البطاطس	٠,٣٤

أولاً: العناصر المعدنية الكبرى
MACROELEMENTS

توجد بعض العناصر فى الجسم كما سبق الذكر بكميات أكبر نسبيًا من البعض الآخر ولا تقل كميتها فى الجسم عن ١٠ جم والتى يطلق عليها العناصر المعدنية الكبرى ويصل عددها فى الجسم حتى الآن سبعة معادن هى: الكالسيوم، الفوسفور، البوتاسيوم، الكبريت، والصوديوم، والكلورين، والماغنسيوم. وتهتم الدراسات الحديثة بالتركيز على الكميات اللازمة من هذه المعادن ونسبتها لبعضها لأداء وظائفها فى الجسم. حيث ظهر ضرورة وجود توازن فى الكميات المتناولة بين أزواج معينة من هذه العناصر. فمثلاً نسسبة الكالسيوم: الفوسفورر تؤثر على النمو السليم للعظام وعلى امتصاص الكالسيوم بينما نسسبة الكالسيوم: الماغنسيوم تؤثر على وظيفة الأعصاب ونسبة الصوديوم: البوتاسيوم تحافظ على التوازن المائى.

وعادة توجد هذه المعادن فى أنواع محددة من الأغذية ولذا يحتاج الإنسان إلى تناول أنواع متعددة من الأغذية حتى يقابل احتياجه من هذه العناصر.

١ـ الكالسيوم Calcium

يحتوى جسم الإنسان البالغ على حوالى ١٢٠٠ جرام كالسيوم وهى تكون حوالى ٢٪ من وزن الجسم، بينما يوجد فى جسم الطفل حديث الولادة من ٢٥-٣٠ جم فقط. ويوجد ٩٩٪ من الكالسيوم فى الهيكل العظمى والأسنان، أما الباقى فيوجد فى الدم وفى السوائل خارج الخلايا وفى الأنسجة الرخوة حيث يكون له دور هام فى تنظيم الكثير من التفاعلات الحيوية الهامة.

وكان أول من اكتشف أهمية الكالسيوم العالم الفرنسى Chossat ١٨٤٢ فى تجاربه على الحمام.

وظائف الكالسيوم Function :

يؤدى الكالسيوم وظائف عدة فى الجسم، تتلخص فى بناء العظام والأسنان وكذا فى تنظيم بعض العمليات الحيوية فى الجسم:

أولاً: بناء العظام والأسنان Calcification or Ossification :

يوجد الكالسيوم فى العظام فى صورة ملح مزدوج من فوسفات الكالسيوم

وكربونات الكالسيوم بنسب معينة ومرتبطة بتركيب بلورى معين تترسب على شبكة من المواد العضوية البروتينية (organic matrix) لتعطيها القوة والصلابة المميزة للعظام مع استمرار العمر وحتى يمكنها أن تتحمل ثقل الجسم عند البلوغ. وتتكون الشبكة فى العظام أساسًا من بروتين الكولاجين **Collagen**.

وتتجدد أنسجة العضلات باستمرار نتيجة وجود نوعين من الخلايا العظمية:

١- خلايا الاستوبلاستات **Osteoblasts** وهى ترسب أملاح كالسيوم جديد أى تعمل على تكوين للعظام **Bone formation**.

٢- خلايا الاستيوكلاستات **Osteoclasts** وهى تعمل على تآكل أو إزالة أملاح الكالسيوم الزائدة **Bone resorption**.

وهناك توازن مستمر بين الكالسيوم المضاف إلى العظام وبين الكالسيوم المزال منها ففى الشخص البالغ يتم يوميًا تبادل ٧٠٠ ملليجرام كالسيوم فى العظام (Whedone، ١٩٦٤) أى أن العظام، تعمل كمخزن للكالسيوم والفوسفور يتم السحب منه عند احتياج الجسم.

وتحدث هذه العملية سريعة فى مراحل النمو السريع. وتقل بعد ذلك. ويستمر حتى فى مرحلة البلوغ. ويلاحظ أنه إذا زادت عملية إزالة الكالسيوم عن العظام أكثر من الترسيب فإن ذلك يؤدى إلى لين العظام **Osteomalatia** وتظهر هذه الحالة فى فترات الحمل والرضاعة حيث تزداد احتياج الجسم من الكالسيوم لبناء الهيكل العظمى للجنين.

وتتكون الأسنان - مثل العظام - من ملح الاباتيت **Hydroxapatite** ولكن يزداد حجم البلورات ويقل محتواها المائى (أقل من ١٠٪) بجانب تفاوت نسب المواد العضوية وغير العضوية، فطبقة الأنامل **Enamel**، وهى الطبقة الخارجية فى السنة تحتوى على ٩٩,٥٪ مواد غير عضوية، وطبقة دنتين **Dentin**، وهى أسفل الطبقة الخارجية تحتوى على ٨٧٪ مواد غير عضوية، أما مادة الاسمنت فتحتوى على ٧٠٪ مادة عضوية وتحتوى طبقة الأنامل على ٣٦٪ كالسيوم و١٧٪ فوسفور، وطبقة الدنتين تحتوى على ٢٧٪ كالسيوم و١٣٪ فوسفور، ويوجد تبادل مستمر للمعادن بين الإنامل واللعاب، ولكن بعكس العظام، فإن السنة ليس لها القدرة على تجديد

أنسجتها إذا تلفت بالتسوس أو الكسر، والمادة العضوية الموجودة فى طبقة الأنامل عبارة عن بروتين أساسًا كيراتين، أما بروتين الدانتين فهو عبارة عن كولاجين مثل العظام: جدول (٨-٤) يوضح الاختلاف فى تركيب العظام والأسنان من حيث نسبة الكالسيوم والفوسفور.

جدول (٨-٤) محتوى العظام من المواد العضوية وغير العضوية

	العظــام	الأسنــان	
		الإنامــل	دنتين
مواد عضوية	٣٠ - ٤٠ ٪	٠,٦٪	١٣ ٪
	كولاجين (بروتين)	كيراتين (صعب الذوبان)	كولاجين
مواد غير عضوية	٦٠ - ٧٠ ٪	٩٩,٥ ٪	٨٧ ٪
الكالسيوم	٢٤ ٪	٠,٣٦ ٪	٢٧ ٪
الفوسفور	١٠ ٪	٠,١٧ ٪	١٣ ٪

ويبدأ تكلس الأسنان المؤقتة أو اللبنية فى الجنين ابتداء من الأسبوع العشرين. ويكمل تكوين السنة قبل ظهورها فى التجويف الفمى بفترة قصيرة. ويبدأ تكلس الأسنان الدائمة فى عمر ٣ أشهر إلى ٣ سنوات بينما يبدأ تكلس ضرس الثالث أى ضرس العقل Wisdom tooth عند سن ١٠ سنوات وهى آخر ضروس تظهر فى الفم.

ويزداد الاحتياج للكالسيوم لبناء الأسنان فى فترة التكوين حيث أن انخفاض الدخل اليومى من الكالسيوم فى هذه الفترة يؤدى إلى ضعف فى التكوين وهشاشة الأسنان وزيادة احتمال فسادها وتسوسها وهذا التأثير غير رجعى حيث أن الأسنان غير قادرة على تجديد نفسها كما هو الحال فى العظام.

وعمومًا هناك عوامل أخرى مهمة تدخل فى عملية التكلس بجانب وجود الكالسيوم والفوسفور منها تواجد البروتين الحيوانى وفيتامينات A، C، B_1، D، والماغنسيوم والمنجنيز فى الوجبة الغذائية اليومية.

ثانيًا: تنظيم بعض العمليات الحيوية:

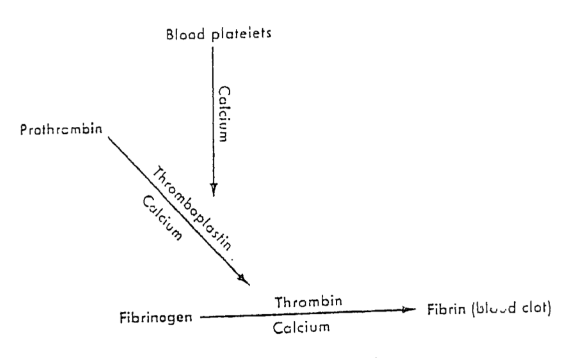
كمية الكالسيوم الموجودة خارج العظام تشكل ١٪ من وزن الجسم بما لا يزيد عن ١٠ جم كالسيوم توجد فى الدم ومحاليل الجسم خارج الخلايا والأنسجة الرخوة.

ويوجد الكالسيوم فى سيرم الدم بنسبة ١٠ ملجم/١٠٠ مل، ويوجد نصف هذه الكمية فى صورة أيونية، أما الباقى فيوجد متحدًا مع البيومين السيرم، فإذا انخفض مستوى الالبيومين فى الدم نتيجة سوء تغذية البروتين فينخفض مستوى مركب الكالسيوم مع البروتين، ولكن هذا ليس له تأثير واضح، أما انخفاض نسبة الكالسيوم المتأين فى الدم فإن حساسية الأعصاب الحركية تزيد، وخصوصًا فى الوجه والأيدى والقدمين، وتؤدى إلى التشنج Tetany وتصبح العضلات رخوة.

هذه الكمية الصغيرة من الكالسيوم الموجودة خارج العظام تقوم بدور حيوى فى حياة الإنسان حيث أنها:

١- عامل أساس لتجلط الدم Blood - clotting :

يساعد الكالسيوم الموجود فى الدم فى الصورة الأيونية. انطلاق مركب من الدهون الفوسفورية يسمى Thromboplastin من صفائح الدم، هذا المركب يعمل كعامل مساعد لتحويل مركب Prothrombin وهو أحد المكونات الطبيعية الموجودة فى الدم إلى مركب Thrombin. ويساعد Thrombin على تحويل Fibrinogen إلى فبرين Fibrin وهى المادة المسئولة عن تجلط الدم. ويوضح شكل (٨-٤) أن الكالسيوم ضرورى وجوده لإتمام سلسلة التفاعلات اللازمة لتجلط الدم. ويعمل الكالسيوم على إيقاف نزيف إذا حدث شرخ فى جدر الأوعية الدموية، وقد يكون النزيف مميتًا.



شكل (٨-٤) ميكانيزم تجلط الدم

٢- عامل مساعد لكثير من التفاعلات الحيوية:

يعمل الكالسيوم على تنشيط كثير من الإنزيمات والتفاعلات الحيوية مثل:

أ- يؤثر الكالسيوم فى امتصاص فيتامين B_{12} من القناة الهضمية.

ب- وجود الكالسيوم فى المحاليل داخل الخلايا البنكرياسية يساعد على إفراز هرمون الأنسولين.

ج- ينشط الكالسيوم إنزيم Lipase والعديد من الإنزيمات التى تعمل على انطلاق الطاقة من الكربوهيدرات مثل Succinic dehydrogenses.

د- يعتمد بناء وهدم مركب Acetylcholine على وجود الكالسيوم، وهى المادة المسئولة عن النقل الكيمائى للنبضات العصبية بين الأعصاب وبعضها فى منطقة التشابك العصبى أى الوصلة العصبية.

٣- عامل مهم فى تنظيم نفاذية الأغشية وجدر الخلايا:

يوجد الكالسيوم فى أغشية الخلايا مرتبطًا إرتباطًا قويًا بمركب الليسثين Lecithin والذى يتحكم بدوره فى نفاذية أغشية وجدر الخلايا وبالتالى فى مرور العناصر من وإلى الخلية.

٤ ـ تنظيم عمل العضلات وانقباضها ونقل النبضات العصبية:

يعمل الكالسيوم على تنشيط انقباض العضلات وتسهيل نقل النبضات العصبية كما سبق ذكره.

٥ ـ تنظيم ضربات القلب.

٦ـ يساعد الكالسيوم على منع الحموضة والقلوية الزائدة فى الدم:

ولاتمام هذه التفاعلات لابد من المحافظة على مستوى الكالسيوم فى الدم بحيث لا يقل فى الحالات الطبيعية عن ١٠ ملجم/١٠٠ مل دم ويتم ذلك على حساب كمية الكالسيوم المخزنة فى العظام بغض النظر عن الدخل اليومى من الكالسيوم.

تنظيم مستوى الكالسيوم فى الدم:

يتم تنظيم والمحافظة على مستوى الكالسيوم فى الدم فى ثلاث مواقع: القناة الهضمية، العظام، والكلى، ويساعد فيتامين **D** على امتصاص الكالسيوم وترسيبه فى العظام والأسنان كما يساعد هرمون الغدة فوق الدرقية **Parathyroid gland** على نقل الكالسيوم خلال جدر القناة الهضمية.

كما يعمل هرمون الغدة فوق الدرقية على إفراز الفوسفات فى البول، وينتج عن ذلك نقص مستوى الفوسفات فى الدم، وهذا يؤدى إلى تحريك الكالسيوم من العظام وبالتالى يرتفع مستوى الكالسيوم. وبالإضافة إلى ذلك فإن هرمون الغدة فوق الدرقية يعمل على تحريك الكالسيوم من الدم إلى العظام وبالعكس، فإزالة الغدة فوق الدرقية – كما يحدث فى بعض العمليات الجراحية – يؤدى إلى خفض مستوى الكالسيوم فى الدم وزوال حالة التشنج وزيادة إفراز الكالسيوم فى البول كما وجد **Copp** وزملاؤه سنة ١٩٦٤ فى تجاربهم على الكلاب أنه يوجد هرمون آخر يعمل على خفض مستوى الكالسيوم المرتفع، يُفرز من خلايا خاصة تسمى **C calls** فى الغدة فوق الدرقية وهو هرمون كالستونين **Calcitonin**. وقد وجد أن هذا الهرمون يؤدى إلى خفض مستوى الكالسيوم فى الدم؛ إذ أنه يمنع من تحريك الكالسيوم من العظام، ويبدو أن هذا الهرمون يعمل أثناء فترات النمو وليس له أثر كبير فى الشخص البالغ.

إن إفرازات هرمون الغدة فوق الدرقية وهرمون كالستونين يتوقف على مستوى الكالسيوم فى الدم، فعند انخفاض مستوى الكالسيوم فى الدم فإن هرمون الغدة فوق الدرقية يعمل على رفع مستوى الكالسيوم عن طريق زيادة امتصاصه من الأمعاء الدقيقة، زيادة إزالة الكالسيوم من العظام resorption كما يؤثر على الكلى بخفض إخراج الكالسيوم. أما فى حالة ارتفاع مستوى الكالسيوم فإن إفراز الغدة فوق الدرقية يقل، ويفرز هرمون الكالستونين الذى يعمل على خفض الكالسيوم فى الدم.

كما أن هرمون النمو للغدة النخامية يؤثر على ميتابوليزم الكالسيوم بصورة غير مباشرة، وذلك بتأثير على نمو العظام على المدى الطويل.

وتعمل هرمونات adrenocortical على تنظيم حركة الكالسيوم فى ثلاث مواقع: زيادة إخراج الكالسيوم بواسطة الكلى، يقلل من امتصاص الكالسيوم من الأمعاء الدقيقة، منع ترسيب الكالسيوم bone formation وأيضًا إزالة الكالسيوم من الجهاز العظمى bone resorption. أما تأثيرات الهرمونات الجنسية فغير واضح حتى الآن.

امتصاص الكالسيوم Absorption :

امتصاص الكالسيوم فى الإنسان أصعب منه فى الحيوان وعادة يمتص من ١٠-٤٠٪ فقط من الكالسيوم المتناول تحت أحسن الظروف وتختلف النسبة الممتصة حسب الكمية الموجودة فى الوجبات فيزداد معدل الامتصاص كلما قلت الكمية المتناولة. ويحتاج الشخص البالغ للمحافظة على توازن الكالسيوم فى الجسم كميات تزيد عن احتياجه قد تصل إلى ١جم يوميًا وعادة إذا امتص من ٢٠٪ إلى ٣٠٪ من الكالسيوم المتناول يعتبر نسبة طبيعية بل أحيانًا قد تصل إلى ١٠٪ فقط. وقد تصل إلى ٥٠٪ فى حالة الأطفال، وفى أثناء الحمل والرضاعة.

ولابد من وجود فيتامين D قبل امتصاص الكالسيوم لينشط تخليق مركب الكالسيوم - البروتين والذى يسهل امتصاص المعدن.

ويحدث الامتصاص فى الأثنى عشر ويقف فى الجزء السفلى من الأمعاء عندما تصبح محتوياتها قلوية. ولابد من خروج الكالسيوم من أى مركب معقد

موجود به ويصبح فى صورة أيونية حيث يرتبط بمركب بروتينى يسهل المرور من جدار الأمعاء إلى مجرى الدم عن طريق الانتشار بينما يمر الكالسيوم غير الممتص ويخرج مع البراز مع جزء بسيط من الكالسيوم الذى يفرز فى القناة الهضمية مع العصارة المعوية.

وتعتمد كفاءة امتصاص الكالسيوم على عدة عوامل تختلف من فرد لآخر وعمومًا يقل معدل الامتصاص مع تقدم العمر.

العوامل التى تؤثر على امتصاص الكالسيوم:

١- احتياج الفرد إلى الكالسيوم :

كلما زاد احتياج الفرد من الكالسيوم كلما زادت نسبة الامتصاص ولذا يزيد امتصاص الكالسيوم أثناء فترات النمو السريع فتصل فى الأطفال الرضع إلى ٥٠-٧٠٪.

٢- الصورة التى يوجد فيها الكالسيوم فى الوجبة :

كلما كان الكالسيوم فى صورة قابلة للذوبان فى الماء كلما زادت نسبة امتصاصه.

٣- النسبة بين الكالسيوم والفوسفور فى الوجبة:

المعروف أن أحسن نسبة بين الكالسيوم والفوسفور فى الوجبة تكون ١:١ وهى النسبة التى تؤدى إلى أحسن درجة لامتصاص الكالسيوم وإن زيادة نسبة أحد العنصرين يرسب العنصر الاخر فى صورة أملاح فوسفات الكالسيوم غير الذائبة وبالتالى تكون غير قابلة للامتصاص.

وفى الرضع تكون النسبة هى ١,٥ : ١ ثم تقل خلال السنة الأولى إلى ١:١ وتستمر بعد ذلك... ويمكن للإنسان أن يتحمل نسبة ما بين ٢: ١، ١: ٢. وإذا زادت نسبة الفوسفور كثيرًا فإنه يعمل على زيادة فصل الكالسيوم من العظام resorption ويعمل على ارتفاع الفقد فى البراز.

٤- درجة الحموضة:

يحتاج الكالسيوم لامتصاصه إلى درجة من الحموضة تساعد على ذوبان

أملاحه. فتعمل حموضة المعدة على زيادة امتصاص الكالسيوم الذى يتم معظمه فى الاثنى عشر.

وقد يفسر سوء تمثل الكالسيوم فى حالة الكساح بأن يرجع إلى ارتفاع رقم حموضة المعدة pH التى تعمل على ترسيب الكالسيوم.

٥- فيتامين D:

يعمل فيتامين D على زيادة وسهولة امتصاص الكالسيوم وخصوصًا فى حالة قلة مستوى الكالسيوم فى الغذاء. حيث يعمل مع هرمون الغدة فوق الدرقية Parathyroid hormone على تنظيم كمية الكالسيوم فى الدم. كما أن فيتامين D يساعد فى تكوين البروتين الذى يرتبط مع الكالسيوم لتسهيل نقله عبر الأمعاء الدقيقة.

٦- سكر اللاكتوز:

وجود اللاكتوز يزيد من امتصاص الكالسيوم حيث يكون مركب معقد من اللاكتوز والكالسيوم فى الأمعاء الدقيقة يعمل على تسهيل مرور الكالسيوم إلى الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء Mucosa ويمنع ترسيب الكالسيوم عند تغيير درجة حموضة الأمعاء من الحامضية إلى القلوية.

٧- البروتين:

ظهر أن وجود البروتين أو الأحماض الأمينية فى الغذاء يساعد على امتصاص الكالسيوم وقد يرجع هذا إما إلى تكوين مركبات من الكالسيوم والأحماض الأمينية ذائبة فى الماء أو إلى تغيير حموضة المعدة. كما أن أحماض lysine وarginine تكون أملاح كالسيوم ذائبة يسهل امتصاصها. كما أن هذا قد يعوض ما يفقده الفرد عن طريق الإخراج.

٨- الدهون:

وجود الدهن بكميات قليلة فى الأمعاء ومرورها ببطء فى القناة الهضمية يساعد على امتصاص الكالسيوم.

٩- حامض الستريك:

يؤدى حمض الستريك والسترات إلى نتائج جيدة فى حالة الكساح الناتج تجريبيًا كما يستعملان فى معالجة الكساح ولين العظام.

١٠- فيتامين C، وفيتامين A:

وجد أن فيتامينى C، A ضروريان لامتصاص الكالسيوم.

ومن جهة أخرى هناك عوامل تتدخل وتعيق عملية امتصاص الكالسيوم:

١- نقص فيتامين D :

نقص فيتامين D يقلل أو يمنع امتصاص الكالسيوم وبالتالى لا يجعله متاحًا فى الجسم، حيث لا يتكون البروتين الذى يساعد فى نقل الكالسيوم عبر جدر الأمعاء الدقيقة.

٢- الدهون:

وجود الدهون بكيات كبيرة فى الوجبة أو سوء امتصاص الدهون تؤدى إلى زيادة كمية الأحماض الدهنية التى تكون مع أملاح كالسيوم (صابون الكالسيوم)، غير قابل للذوبان فى الماء، ويخرج الكالسيوم مع البراز.

٣- حامض الفيتيك Phytic acid (اينوسيتول حمض الفوسفوريك) :

حمض الفيتيك من العوامل المهمة التى تعيق امتصاص الكالسيوم حيث يكون فيتات الكالسيوم غير الذائبة والتى تخرج مع البراز. ويوجد حمض الفيتيك فى الحبوب. لذلك فإن التغذية على الخبز الكامل تزيد من فقد الكالسيوم فى صورة فيتات كالسيوم. وكذلك يزيد بالتالى من نقص الفوسفور. يمكن لإنزيم phytase الموجود فى بعض الحبوب أن يحلل حامض الفيتيك، ولهذا فإن الكالسيوم فى الخبز والمخبوزات المخمرة يكون أكثر امتصاصًا من تلك غير المخمرة.

٤- حامض الاكساليك:

يتوقف مدى الاستفادة من الكالسيوم المتاح فى بعض الفواكه والخضروات على محتواها من حمض الاكساليك. حيث يتحد حمض الاكساليك فى القناة الهضمية مع الكالسيوم لتكوين اكسلات الكالسيوم وهى أملاح غير قابلة للذوبان وقد ترسب فى الكلى والمرارة فى صورة حصوات. وتوجد الاكسلات فى السبانخ والكاكاو.

٥- القلوية:

يكون الكالسيوم (والفوسفور) فى البيئة القلوية ملح فوسفات الكالسيوم غير ذائب لا يمكن امتصاص الكالسيوم منه.

٦- حركة الأمعاء:

يقل معدل امتصاص الكالسيوم إذا زادت سرعة مرور الغذاء فى الأمعاء كما فى حالة الإصابة بالاسهال لفترات طويلة.

٧- الحركة:

قلة الحركة والنشاط وزيادة الوزن يقلل القدرة على الامتصاص.

٨- الضغوط النفسية:

القلق والضغوط النفسية تؤثر على امتصاص الكالسيوم. والإجهاد العقلى يقلل من امتصاص الكالسيوم ويزيد من فقده وإفرازه خارج الجسم.

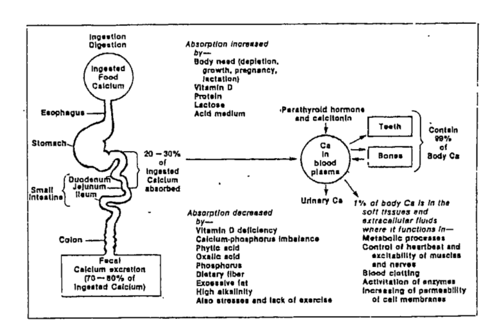
ميتابوليزم الكالسيوم Metabolism :

بمرور الكالسيوم خلال جدار الأمعاء ينقل إلى بلازما الدم وينطلق فى محاليل الجسم المختلفة. ومن هناك تمتص الخلايا كمية الكالسيوم اللازمة لنموها. جزء من الكالسيوم يدخل فى العصارة الهاضمة ويفرز فى المعدة والأمعاء ومعظمة يعاد امتصاصه ثانيًا: ويصل الكالسيوم غير الممتص الذى يفرز مع البراز إلى ٧٠ - ٨٠٪ (شكل ٨-٥). فى حين يفرز مع البول فى المتوسط ما بين ١٠٠-١٧٥ مجم/اليوم، وقد يزيد بارتفاع البروتين المتناول ولكن يقل بارتفاع الفوسفور. ويفرز مع العرق كمية ضئيلة من الكالسيوم (١٥-٢٠ ملجرام).

وكما سبق القول معظم الكالسيوم الممتص يستخدم فى تكلس العظام فى وجود فيتامين D وإنزيم الفسفاتاز.

وتعمل العظام كمخزن للكالسيوم. فعندما يكون مستوى الكالسيوم فى الجسم مناسبًا يخزن الكالسيوم فى مخازن ابرية الشكل Trabeculae فى أطراف العظام ويسهل سحب الكالسيوم من هذه المخازن عند احتياج الجسم وينظم مستوى الكالسيوم فى الدم كما سبق.

وأثناء الرضاعة يفرز مع لبن الأم كمية من الكالسيوم تصل إلى ٢٥٠ ملليجرام فى اللتر، ولذلك تحتاج دائمًا الأم المرضع إلى دخل يومى زيادة من الكالسيوم.



شكل (٨–٥) ميتابوليزم الكالسيوم

نقص الكالسيوم Deficiency :

عادة يحدث نقص الكالسيوم فى الفئات الحساسة التى تزداد احتياجها للكالسيوم مثل الأطفال فى مرحلة النمو والفتيات أثناء فترة المراهقة والسيدات فى منتصف العمر ففى دراسة فى الولايات المتحدة الأمريكية أوضحت أن ٨٧٪ من الإناث فى سن من ١٥–١٨، ٨٤٪ فى عمر من ٣٥–٥٠ سنة كان دخلهن اليومى من الكالسيوم منخفضًا.

وتعتبر حالات النقص الشديد من الكالسيوم حاليًا نادرة ولكن المشكلة فى انتشار حالات النقص المتوسطة. ومن أول علامات نقص الكالسيوم هو الشعور بالعصبية والحزن والقلق وعدم انتظام ضربات القلب وتقلص عضلات الأيدى والأرجل والتشنج وآلام المفاصل وانخفاض معدل النبض وفى حالات النقص الشديد يقف النمو ويصاب الأطفال بالكساح Rickets والكبار بلين العظام Osteomalacia.

السبب الأساس للإصابة بمرض الكساح Rickets فى الأطفال هو نقص فيتامين D ولو أن نقص دخل الطفل من الكالسيوم والفوسفور وعدم توازن نسبة الكالسيوم: الفوسفور فى الوجبة يؤدى إلى الإصابة بهذا المرض.

يسبب نقص الكالسيوم فى البالغين إلى الإصابة بمرض لين العظام Osteomalacia وهو أن تصبح العظام رخوة وفشل التئام العظام المكسورة. وهذه

الحالة عادة نتيجة لنقص فيتامين D والكالسيوم وهونادر في البلاد المتقدمة ولكن شوهد بكثرة في الشرق الأقصى حيث يصيب الأمهات الحوامل نتيجة ازدياد احتياج الأم إلى الكالسيوم لتوفير احتياجات هيكل الجنين العظمي فإذا لم تحصل الأم على الكالسيوم الكافي في غذائها فإنها نفي باحتياجات الجنين على حساب الأم.

عادة يتداخل أعراض مرض لين العظام Osteomalacia مع مرض ضمور أو هشاشة العظام Osteoporosis الذي يصيب كبار السن حيث تصبح العظام هشة مسامية نتيجة لعدم القدرة على التكوين الطبيعي للعظام وتكرار حدوث كسر لهذه العظام. والسبب الأصلي هو حدوث خلل في بناء الشبكة البروتينية في العظام. بجانب توازن سالب لميتابولزم الكالسيوم استمر لمدة طويلة بحيث يزداد فيها إزالة الكالسيوم عن ترسيبه كذلك لفشل إضافة المعادن النادرة على الشبكة البروتينية.

ومن العوامل التي تساعد على فقد الكالسيوم من العظام عدم الحركة والبقاء في الفراش لمدة طويلة بسبب المرض أو الشيخوخة. فيزداد فقد الكالسيوم في البول ويظهر مرض ضمور العظام خلال أشهر ولذلك فالحركة من الأشياء الضرورية لسلامة العظام. والسيدات أكثر عرضة للإصابة بضمور العظام حيث تقل الكتلة العظمية التي يفقد منها الكالسيوم عن الرجال وفي الوقت نفسه يحدث الفقد سريعًا.

ويزداد الفقد من الكالسيوم في السيدات بعدسن اليأس Menopause بحوالي من ٥–١٠ سنوات لانخفاض تركيز هرمون estrogen وقد تصل كمية الكالسيوم التي تفقدها بعض السيدات إلى ٤٥–٥٠٪ من كالسيوم العظام. كما يقل نسبة امتصاص الكالسيوم كلما تقدم العمر للسيدات والرجال عمومًا. وبالتالي يزداد الاحتياج كلما تقدم العمر.

كما أثبتت الدراسات الحديثة أن شرب من ٢–٣ أكواب لبن يوميًا يقي الإنسان من الإصابة بسرطان القولون حيث يؤثر الكالسيوم على أحماض الصفراء وتقليل سميتها.

كما وجد علاقة بين ارتفاع ضغط الدم وانخفاض الدخل اليومي من الكالسيوم.

زيادة الكالسيوم:

تحدث إما نتيجة لزيادة كمية الكالسيوم المتناول أو الممتصة أو نتيجة لزيادة تناول فيتامين D في الصغار ما بين ٥-٨ أشهر حيث يعاني الطفل من فقد الشهية وقيء وهزال وإمساك وترهل في العضلات وقد يرتفع مستوى الكالسيوم في الدم والبول ومستوى الكولسترول في الدم كما يرتفع ضغط الدم. وقد يحدث تكلس في القلب والكلى وتأخر عقلي وتلف في المخ وعادة تنتهي هذه الحالة بموت الطفل وتعالج بالإقلال من تناول فيتامين D. كما أن زيادة الكالسيوم قد تؤدي لزيادة هرمون calcitonin الذي يمنع انفصال الكالسيوم من العظام.

أما في الكبار فيحدث زيادة الكالسيوم نتيجة لزيادة نشاط الغدة فوق الدرقية Parathyroid gland أو زيادة تناول فيتامين D. وعلى أي حال فإن هذه الحالة نادرة الحدوث حيث أن الجسم يعمل على تنظيم مستوى الكالسيوم.

ويلاحظ أن زيادة الكالسيوم عن الاحتياج كثيرًا فإنه يؤدي إلى تكوين ملح فوسفات ثلاثي الكالسيوم tricalcium phosphate غير الذائبة التي تتداخل مع امتصاص الفوسفور، كما أن الزيادة من الكالسيوم تقلل من امتصاص عناصر معدنية أخرى، وخصوصًا إذا كان المتناول منها يقابل فقط احتياج الجسم منها مثل المغنسيوم، الحديد، اليود، منجنيز، زنك، نحاس...

الكميات الموصى به من الكالسيوم :

يوضح جدول (٨-٥) الكميات الموصى بها والكالسيوم / اليوم حسب RDA (١٩٨٩).

جدول (٨-٥) الكميات الموصى بها من الكالسيوم / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	كالسيوم ملجم/ اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	٤٠٠
	٠,٥ - ١,٠	٦٠٠
أطفال	١-٣	٨٠٠
	٤-٦	٨٠٠
	٧-١٠	٨٠٠
ذكور	١١-١٤	١٢٠٠
	١٥-١٨	١٢٠٠
	١٩-٢٤	١٢٠٠
	٢٥-٥٠	٨٠٠
	٥١ +	٨٠٠
إناث	١١-١٤	١٢٠٠
	١٥-١٨	١٢٠٠
	١٩-٢٤	١٢٠٠
	٢٥-٥٠	٨٠٠
	٥١ +	٨٠٠
حمل		٤٠٠ +
رضاعة		٤٠٠ +

المصادر الغذائية Food sources :

يوجد الكالسيوم بكميات مناسبة فى أغذية قليلة (جدول ٨-٦) وأهم مصدر له هو اللبن ومنتجاته مع ملاحظة أن محتوى لبن الأم من الكالسيوم (حوالى ٣٠٠مجم/ لتر اللبن) أقل من محتوى اللبن البقرى من الكالسيوم (٦٠٠-٧٠٠مجم/ لتر اللبن) فى حين أن الكمية الممتصة فى جسم الطفل من لبن الأم تصل إلى ٦٦٪ من كميته بينما تصل إلى ٢٥-٣٠٪ فقط من لبن الأبقار. وكذلك تعتبر الخضراوات الورقية مصدرًا جيدًا، (مع ملاحظة احتواء السبانخ على أكسلات) وصفار البيضة

والسردين العلب السالمون بالعظم - فول الصويا. أما اللحوم والبيض فيوجد فيها الكالسيوم بنسب بسيطة.

جدول (٨-٦) بعض المصادر الغذائية للكالسيوم

الغذاء	الكمية	كالسيوم (مجم)
زبادى	١ كوب	٤٥٢
جبنه شيدر	٦٠ جم	٤٠٨
سردين علب	١٢٠ جم	٣٧١
لبن فرز	١ كوب	٣٠٢
لبن ٣,٥ ٪ دهن	١ كوب	٢٨٥
سالمون محفوظ	١٢٠ جم	٢٧٤
عسل أسود	ملعقة صغيرة	١٣٧
برتقال	وحدة	٦٧
بيض	وحدة	٢٧

ولايفقد الكالسيوم أثناء بسترة أو تجنيس أو تسخين أو تجفيف اللبن. وعادة يفقد الكالسيوم بكميات صغيرة أثناء سلق الخضروات المقشرة ويمكن تقليل فقد معظم العناصر المعدنية إذا تم طهى الخضروات بدون تقشير.

٢- الفوسفور Phosphorus

كان أول من اكتشف الفوسفور العالم الألمانى Brand ١٦٦٩، واسمه مشتق من اللغة اليونانية for light bringing.

ويعتبر الفوسفور ثانى عنصر فى الجسم من حيث كميته وهو يوجد فى جميع الخلايا ويحتوى جسم الإنسان البالغ من ٦٠٠ إلى ٩٠٠ جم فوسفور، ١٪ من وزن الجسم؛ أى يمثل $\frac{1}{4}$ المعادن فى الجسم من هذه الكمية حوالى (٨٠-٨٥٪) فى صورة غير عضوية فى الهيكل العظمى مع الكالسيوم. أما الباقى فيوجد فى الدم وخلايا الجسم فى صورة أيونات فوسفاتية ذائبة وهى التى تدخل فى التفاعلات المختلفة ويحتوى الدم على ٣٠-٤٥ ملجم / ١٠٠ مل دم فوسفور، نصفه فى كرات الدم

الحمراء وفى السيرم الفــرد البـالغ ٢,٥ - ٤,٥٪ ملجـم/ ١٠٠ مـل سـيرم. أمـا فـى الأطفال فمستواه ٤-٧ ملجم / ١٠٠ مل دم.

وظائف الفوسفور Function :

ويؤدى الفوسفور للجسم وظائف متعددة فهو يتحد مع الكالسيوم بنسبة ١: ٢ لتكوين فوسفات كالسيوم لبناء العظام والأسنان كما أنه يلعب دورًا هامًا فى جميع تفاعلات الميتابوليزم فى الجسم، خاصة فى عمليات توليد ونقل وتخزين الطاقة الحيويـة حيث يدخل فى تركيب Adenosine Triphosphate (A T P) والاستفادة منهـا لازم لميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتين والدهون للنمو والمحافظة على الأنسجة المختلفة.

الفوسفور لازم لميتابوليزم الأحماض الأمينية. ويدخل الفوسـفور فـى تركيـب الإنزيمات اللازمة لكثير من العمليات الحيوية ويلزم لفسفرة الكربوهيدرات والأحمـاض الدهنية لامتصاصها. كما أنه مهم لبناء العضلات.

كمـا يدخـل فـى تكويـن النيوكلوبروتينـات Nucleoproteins وهـى المـادة الأساسية فى تكوين نواة الخلايا وانقسامها وهى المسئولة عن نقل العوامل الوراثية مـن الآباء إلى الأجيال التالية.

ويدخل فى تكوين الفوسـفوليبيدات Phospholipids مثـل اللسـثين Lecithin التى تساعد على تحليل وامتصـاص ونقـل الدهـون ومنـع تراكـم الأحمـاض الزائـدة أو القلوية الزائدة فى الدم أى تنظيم ميزان الحموضة والقلوية. وتساعد أيضًا على مـرور بعض المواد خلال جدر الخلايا كذلك كثير من فيتامينات B تنشط فقط عند ارتباطهـا بالفوسفات.

الفوسفور مهم لتنظيم تفـاعلات الجسـم حيـث يكـون حمـض الفوسـفوريك وأملاحه أحد البفرات الهامة وينشط Stimulate الفوسفور انقبـاض العضـلات فيعمـل على تنظيم انقباض عضلات القلب، كما أظهرت الأبحـاث الحديثـة أهميـة الفوسـفور للأعصاب وللنشاط العقلى.

الامتصاص والميتابوليزم Absorption & Metabolism :

يتم امتصاص حوالى ٧٠٪ من فوسفور الغذاء من الأمعاء إلى مجرى الدم ويتـم ذلك بعد نزعه من المركبات، ويمتص فى صـورة أمـلاح فوسـفور غـير عضويـة. أمـا

استرات الفوسفور فتحلل إلى فوسفور بواسطة إنزيمات الفوسفاتيز. ويخزن حوالى ٨٨٪ من الفوسفور الممتص فى العظام والأسنان مع الكالسيوم. وعادة تنظم عملية توازن الفوسفور الممتص عن طريق إفراز الكمية الزائدة مع البول. وتتوقف كمية الفوسفور فى البول على كمية الفوسفور الممتص كذلك كلما زادت كمية الكربوهيدرات كلما قلت كمية الفوسفور الممتص كذلك تزداد الكمية فى حالة الجوع أو فى حالة الحموضة. وجميع العوامل التى تؤثر على امتصاص وتمثيل الكالسيوم تؤثر على امتصاص وتمثيل الفوسفور. وقد يؤثر وجود كميات كبيرة من الحديد والألومنيوم والماغنسيوم على كمية الفوسفور الممتصة حيث تكون أملاح غير ذائبة للفوسفات.

وينظم الميتابوليزم بواسطة هرمون الغدة فوق الدرقية وهرمون كالسيتونن.

ويخرج فى البراز حوالى ٣٠٪ من فوسفور الغذاء.

وتقوم الكلى بتنظيم مستوى الفوسفور فى السيرم، فإذا انخفض مستواه تقوم الكلى بإعادة معظم الفوسفور إلى الدم. أما فى حالة الزيادة فتعمل الكلى على إخراج هذه الزيادة فى البول. وأيضًا فى حالة نقص فوسفور الغذاء فإن الكلى تعيد معظمه إلى الدم، وعادة يخرج الفرد ٠,٦ - ١ جم فوسفور / ٢٤ ساعة.

أثر نقص وزيادة الفوسفور:

حالات النقص نادرة ولكن نقص الفوسفور والكالسيوم وفيتامين D تؤدى إلى وقف النمو وعدم إتمام تكلس العظام وتصبح العظام سهلة الكسر هشة.

وقد يؤدى تناول كميات كبيرة من العقاقير المضادة للحموضة غير القابلة للامتصاص antiacids إلى ظهور أعراض نقص الفوسفور وتتميز بالاحساس بتعب جسمانى وعقلي، فقدان فى الشهية، عدم انتظام فى التنفس وآلام فى العظام. وقد تكون وجبات النباتيين الخالية من اللبن منخفضة فى الفوسفور.

ولا يوجد أعراض تسببها الزيادة فى كميات الفوسفور.

وفى حالة انخفاض النسبة من Ca: P يؤدى ذلك إلى ظهور أمراض التهاب المفاصل Arthritis، البيوريا Pyorrhea، والكساح Rickets وفساد الأسنان. كما أن انخفاض الفوسفور فى الغذاء لفترة طويلة يؤدى إلى الكساح ولين العظام وهشاشتها.

مصادر الفوسفور الغذائية:

يوجد الفوسفور فى كثير من الأغذية مثل اللحم والدواجن والسمك والبيض واللبن والحبوب والخميرة والشيكولاته والعسل الأسود. ولكن يلاحظ أن الحبوب والشيكولاته تحتوى على الفيتين Phitin الذى يعوق امتصاص الفوسفور نظرًا لعدم تحلله بواسطة العصارات الهاضمة، أما الخضروات والفواكهة فهى فقيرة فى الفوسفور. ويلاحظ أن كثرة تناول الأطفال للأغذية الغنية بالفيتين قد يؤدى إلى ظهور حالات نقص الكالسيوم والفوسفور. ولا يوجد بمستوى يذكر فى الدهون والزيوت.

الكميات المقررة يوميًا:

احتياجات الفرد من الفوسفور مساوية لاحتياجاته من الكالسيوم. ولابد من توفير فيتامين D حتى يمكن الاستفادة من فوسفور الغذاء. كذلك لابد من مراعاة نسبة الكالسيوم إلى الفوسفور فى الغذاء ويقترح أن هذه النسبة تكون ١,٥ : ١ للأطفال الرضع ثم تخفض إلى ١:١ عند سن سنة.

عادة الوجبات المحتوية على ما يلزم الفرد من الكالسيوم والبروتين تكون محتوية على الكمية اللازمة من الفوسفور.

٣ ـ الماغنسيوم

يحتوى جسم الإنسان على ٢٠-٣٠ جم من الماغنسيوم. لذا فهو من المعادن الرئيسية والضرورية لجسم الإنسان. وهو يشكل حوالى ٠,٠٥٪ من الوزن الكلى لجسم الإنسان.

ويوجد الماغنسيوم فى جميع خلايا الجسم ويتركز حوالى ٦٠٪ من الماغنسيوم فى العظام متحدًا مع الفوسفور والكالسيوم والكربونات. ويحتوى رماد العظام على ١٪ من الماغنسيوم. كما يوجد ٢٨٪ الباقية فى أنسجة الجسم الأخرى و٢٪ فى سوائله، وغالبًا يوجد بنسبة ١-٣ ملجم/ ١٠٠ مل سيرم معظمه متحدًا مع البروتين. وهو يلى البوتاسيوم كاتيون فى نسبة وجوده فى الخلايا. ومعظم بوتاسيوم الأنسجة موجود فى الكبد والعضلات وكرات الدم الحمراء.

وظائف الماغنسيوم:

يدخل الماغنسيوم فى بناء العظام والأسنان. وهو مهم للميتابوليزم فى الخلية،

وضرورى لعمل كثير من الإنزيمات المسئولة عن ميتابوليزم الكربوهيدرات والأحماض الامينية وكذلك الإنزيمات التى تدخل فى نقل الطاقة مثل الكربوكسيليز Carboxylase حيث يتركز الماغنسيوم فى الخلايا فى الميتوكوندريا Mitochondria، وكذلك الإنزيمات المتعلقة بالمواد المحتوية على فوسفور، ونقل الطاقة من ADP وATP، وإنزيمات Peptidase لهضم البروتين. كما أن الماغنسيوم يدخل فى ميتابوليزم الكالسيوم والفوسفور وضرورى للجهاز العصبى.

وقد أثبتت الدراسات الحديثة أن وجود الماغنسيوم يزيد من كفاءة امتصاص بعض العناصر الأخرى مثل Ca، P، Na، K وكذلك الاستفادة من فيامين B المركب وفيتامين C، D فى الجسم. وهناك ظواهر تشير أنه له علاقة بتنظيم درجة حرارة الجسم. وله دور فى عمل الغدد الصماء وقد وجد أنه فى حالة زيادة نشاط الغدة الدرقية تزيد الحاجة إلى الماغنسيوم. والماغنسيوم ضرورى لتخليق الأحماض النووية، وانقباض العضلات والتوازن الكهربائى للخلايا ونقل النبضات العصبية، وكذلك لإفراز الإنسولين.

الامتصاص Absorption :

يمتص حوالى ٣٠ - ٥٠٪ من الدخل اليومى للماغنسيوم فى الأمعاء الدقيقة ويزيد معدل الامتصاص بواسطة البروتين، فيتامين D، هرمون النمو، وكمية الكالسيوم والفوسفات وسكر اللاكتوز فى الجسم. ويعوق امتصاص الماغنسيوم ارتفاع الكالسيوم والفوسفور المتناول وحامض الأكساليك، حامض الفيتيك، والدهون غير المهضومة.

وعند انخفاض الدخل اليومى للماغنسيوم يرتفع معدل الامتصاص وقد يصل إلى ٧٥٪ بينما إذا زاد الدخل اليومى منه يقل المعدل وقد يصل إلى ٢٥٪.

وينظم عملية إفراز الماغنسيوم فى البول هرمون من الغدة فوق الكلية Adrenal gland يطلق عليه Aldosterone ويزداد الفقد فى الماغنسيوم عند استخدام مدرات البول. أو تعاطى المشروبات الكحولية. وتزداد الكمية المفروزة فى البراز بقلة كمية كالسيوم الغذاء. ويخرج عادة فى البول وتعمل الكلى على إعادة امتصاص الماغنسيوم، وبذلك يقل الفاقد عن طريق البول.

نقص الماغنسيوم Deficiency :

أكثر الفئات عرضة لنقص الماغنسيوم هم المراهقون والإناث خاصة فى فترة المراهقة وكبار السن. وكذلك قد يصاحب حالات نقص الماغنسيوم فى بعض الأمراض الأخرى مثل مرض السكر والإفراط فى شرب الكحوليات وأمراض الكلى وفى حالة تناول الأدوية المدرة للبول أو القيام بعمل جسمانى شديد والكواشيوركور Kwashiorkor أو المصابين بالإسهال المستمر والقيئ والنزلات المعوية وسوء الامتصاص وزيادة إفراز الغدة فوق الدرقية وتتلخص أعراض النقص فى فقد الشهية وغثيان وقئ وإسهال وتشنج وارتعاشة العضلات وتوتر الأعصاب والهلوسة.

كما أثبتت الدراسات الحديثة أن انخفاض مستوى الماغنسيوم فى الدم يعرض الفرد لعدم انتظام ضربات القلب، والإصابة بارتفاع فى ضغط الدم وارتفاع مستوى كولسترول الدم والصداع النصفى والإصابة بحصوة فى الكلى وأمراض القلب والاكتئاب (Carper، ١٩٨٧). ويعتقد بعض العلماء أن هناك صلة بين زيادة المتناول من الماغنسيوم والإصابة بالسرطان ولكنه يحتاج إلى زيادة الدراسة.

السمية Toxicity :

لم يظهر آثار ضارة لزيادة الدخل اليومى من الماغنسيوم حيث أن تناول كميات كبيرة من أملاح الماغنسيوم له تأثير ملين (٤-٧ جم كبريتات ماغنسيوم يوميًا) وزيادة الماغنسيوم يؤثر على توازن العناصر المعدنية الأخرى. وتظهر حالات التسمم عندما لا تستطيع الكلية التخلص من الماغنسيوم فيتراكم، وهذا مصحوب بصعوبة التنفس والغيبوبة وقد تنتهى بالوفاة.

المصادر الغذائية :

ينتشر الماغنسيوم فى أغذية عديدة وخاصة الخضروات الطازجة، حيث يدخل كعنصر أساسى لتكوين الكلوروفيل كما يوجد فى الشعير المجروش وفول الصويا والذرة والحبوب الغنية بالزيوت والمكسرات وخصوصًا اللوز، والتين والتفاح (جدول ٨-٦).

جدول (٨-٦) تقسيم الأغذية حسب محتواها من الماغنسيوم

مصدر غنى	مصدر جيد	مصدر متوسط	مصدر فقير
كاكاو	الكابوريا	المحارات	لحم الأغنام
المكسرات	والسبانخ	البسلة الطازج	اللبن
فول الصويا		الكبد	البيض
الحبوب الكاملة		اللحوم	الدواجن
المولاس			معظم الفواكه
التوابل			

الاحتياجات :

تظهر الكميات الموصى بها من الماغنسيوم فى (جدول ٨-٨) حسب ARD (١٩٨٩).

جدول (٨-٨) الكميات الموصى بها من الماغنسيوم / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	ماغنسيوم ملجم/ اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	٤٠
	٠,٥ - ١,٠	٦٠
أطفال	١-٣	٨٠
	٤-٦	١٢٠
	٧-١٠	١٧٠
ذكور	١١-١٤	٢٧٠
	١٥-١٨	٤٠٠
	١٩-٢٤	٣٥٠
	٢٥-٥٠	٣٥٠
	٥١ +	٣٥٠
إناث	١١-١٤	٢٨٠
	١٥-١٨	٣٠٠
	١٩-٢٤	٢٨٠
	٢٥-٥٠	٢٨٠
	٥١ +	٢٨٠
حمل		٣٢٠
رضاعة		٣٥٥

٤ ـ الكبريت

يوجد الكبريت منتشرًا فى جميع الكائنات الحية. وهو من العناصر الهامة فى الجسم ويوجد فى كل خلية من خلايا الجسم وهو يشكل حوالى ٠,٢٥٪ من جسم الإنسان (حوالى ١٧٥ جم فى جسم الإنسان البالغ)، وتمثل ١٠٪ من محتوى الجسم من المعادن ويطلق عليه عنصر الجمال لأنه يعمل على لمعان الشعر وتحسين مظهر الوجه وحيويته.

واسم الكبريت مشتق من الكلمة اللاتينية **sulphurum** وكان يقال عنه اسم الحجر المحترق **brimestone** وكان يستخدم فى العصور القديم لتطهير المبانى، وقد استخدمه الرومان فى الطب وفى الحروب.

وظائف الكبريت Function :

١- يدخل فى تركيب بعض من الأحماض الأمينية الأساسية مثل الميثيونين **methionine** والستئين **cysteine** والستين **cystine**.

٢- يدخل فى بناء **thiamin** و**biotin** و**COA** ولذا فهو مهم لميتابوليزم الدهون.

٣- ضرورى لبناء الكولاجين **collagen**.

٤- يدخل فى تركيب بعض المركبات ذات أهمية حيوية للجسم مثل الكيراتين **keratin** الذى يدخل فى تركيب الجلد والأظافر والشعر.

ويدخل الكبريت فى بناء هرمون الأنسولين الذى ينظم ميتابولزم الكربوهيدرات وبناء الصفراء وتركيب السلسلة الببتيدية جلوتاثيون وهى المهمة فى عمليات التأكسد والاختزال ولحماية الجسم من الأصول أو الشوارد الحرة. ويلعب دورًا فى تنفس الأنسجة ومع الكبد فى المساعدة على إفراز الصفراء.

كما تتحد مركبات الكبريت مع المواد السامة مثل الفينول والكريزول **cresol** وتحولها إلى مواد غير سامة وتخرج فى البول.

الامتصاص والميتابوليزم والإخراج :

يمتص معظم الكبريت فى الأمعاء الدقيقة. وفى أثناء الهضم تنفصل الأحماض الأمينية الكبريتية من البروتين وتحمل فى الوريد البابى. ويختزن الكبريت فى كل خلية من خلايا الجسم، ومعظمه يوجد بالشعر والجلد والأظافر.

يخرج الكبريت الزائد عن حاجة الجسم فى البول والبرز. وحوالى ٨٥ - ٩٠٪ من الكبريت الذى يخرج فى البول يكون فى صورة عضوية، ويستمد من ميتابوليزم الأحماض الأمينية الكبريتية. وحيث أن الكبريت غير العضوى الموجود فى الغذاء امتصاصه ضعيف، لذا فهو يخرج فى البراز.

نقص الكبريت Sulfur Deficiency :

يؤدى نقص الكبريت إلى تأخير النمو لأن الكبريت مرتبط ببناء البروتين.

المقررات الغذائية :

لا يوجد مقررات غذائية للكبريت، والمعروف أن سد حاجات الفرد من احتياجات من الأحماض الأمينية الكبريتية يقابل احتياجات الفرد من الكبريت.

السمية Toxicity :

السمية نادرة إلا فى حالات اضطراب الميتابوليزم الخلقى حيث يكون تمثيل الأحماض الأمينية الكبريتية غير طبيعى. ولا يوجد حالات تسمم من زيادة الكبريت العضوى إلا أن زيادة الكبريت غير العضوى تكون سامة.

مصادر الكبريت :

يستمد الإنسان حاجته من الكبريت من مركبات الكبريت العضوية، وخصوصًا الأحماض الأمينية الكبريتية. وتتراوح محتوى الكبريت فى الأغذية البروتينية بين ٠,٤ - ١,٦٪ حسب نوع البروتين، وعادة تحتوى الوجبة العادية المختلطة على ١٪ كبريت، وأحسن مصادره الجبنة، الدواجن، البيض، السمك، الحبوب ومنتجاتها، البقوليات، المكسرات (جدول ٨-٩).

جدول (٨-٩) محتوى بعض الأغذية من الكبريت ملجم / ١٠٠ جم

الغذاء	الكبريت ملجم	الغذاء	الكبريت ملجم
دقيق فول الصويا	٤١٠	ردة القمح	٢٢٠
الخميرة	٣٨٠	السالمون	٢٢٠
السودانى	٣٨٠	دقيق القمح	١٩٠
العسل الأسود	٣٥٠	الأرض المبيض	١٧٠
البندق	٢٩٠	حبوب القمح	١٦٠
ديك رومى	٢٩٠	الشعير	١٥٠
السردين المعلب	٣١٠	الذرة الرفيعة	١٥٠
اللحم الحمراء	٢٧٠	اللوز	١٥٠
الدجاج المحمر	٢٥٥	بيض الدجاج	١٤٠
الضأن	٢٤٠	حبوب الذرة	١٢٠
جنين القمح	٢٤٠	الكرنب	١١٠
الفول	٢٣٠	البسلة	٥٠
الجبن الشدر	٢٣٠	اللبن الفرز	٣٠
فول الصويا	٢٢٠	الجزر	٢٠

٥ ـ الصوديوم

عرف أهمية ملح الطعام كمصدر للصوديوم منذ قديم الزمان وزاد استخدامه بغرض تحسين وإظهار طعم الغذاء ولكن لم يعرف ضرورة الصوديوم للإنسان حتى عام ١٩١٨ بواسطة Osborne وMendel. ويحتوى جسم الإنسان على حوالى ١٠٠-١٠٥ جم صوديوم وهو العنصر الموجود فى السوائل الخارجية وفى الدم ويوجد بنسبة بسيطة داخل الخلايا و٥٠٪ من صوديوم الجسم يوجد خارج الخلايا و١٠٪ منه يوجد داخل الخلايا بينما النسبة الباقية (٤٠٪) توجد فى الهيكل العظمى مرتبطة على البلورات العظمية حيث يعمل نصف هذه الكمية كمخزن للصوديوم المتناول مع السوائل الخارجية إذا انخفضت كمية الصوديوم المتناول أو إذا زاد معدل

الفقد خارج الجسم. ومعظم صوديوم الدم يوجد فى البلازما بنسبة ٣٢٠ ملجم / ١٠٠ مل دم.

وظائف الصوديوم Functions :

الصوديوم هو الأيون الموجب لأساسى فى السوائل الخارجية للخلية، حيث يساعد فى حفظ توازن الماء والحموضة والقلوية. ويدخل الصوديوم فى تركيب عصير البنكرياس والصفراء والعرق والدموع.

وهناك علاقة تبادل بين الصوديوم والبوتاسيوم والكلورين، حيث يقومون معًا بتنظيم الضغط الأسموزى والحموضة والقلوية وميتابوليزم الماء. ولذا يوجد الصوديوم والبوتاسيوم مرتبطين دائمًا بأيون الكلوريد. كما أن حالات نقص الصوديوم والبوتاسيوم تكون دائمًا مرتبطة بنقص الكلورين.

ويشترك الصوديوم مع البوتاسيوم فى تنظيم الضغط الاسموزى خارج وداخل الخلايا فإذا زاد تركيز الصوديوم داخل الخلايا نتيجة لعدم قدرة الخلية على ضخه للخارج بالسرعة المطلوبة، يمر الماء إلى الخلايا للمحافظة على التركيز الطبيعى وبالتالى يحدث انتفاخ للخلايا أو edema وتحدث هذه الحالة أيضًا إذا زاد دخل الفرد من الماء دون زيادة مناسبة من الصوديوم حيث يمر الماء خلال الغشاء الخلوى لتخفيف تركيز البوتاسيوم لإعادة توازن الإلكتروليتات على جانبى الجدار الخلوى. إذا زاد الدخل من الماء يطلق على هذه الحالة بالتسمم المائى water intoxication وإذا صاحب فقد الصوديوم فقد للماء أيضًا يقل حجم السوائل الخارجية مما يسبب انخفاض فى حجم الدم وبالتالى انخفاض فى ضغط الدم وحدوث تقلص للعضلات وارتفاع تركيز خلايا الدم (الهيماتوكريت hematocrit) داخل الدم ويظهر مرض أديسون Addison's disease.

ويعمل الصوديوم على تعادل الحموضة الزائدة فى الجسم حيث ينطلق الصوديوم من مخازنه فى العظام عند وجود كميات كبيرة من حالات العناصر المنتجة للحموضة فى سوائل الجسم ومن أسباب حالات ارتفاع قلوية الدم alkalosis هو تناول الأدوية المضادة للحموضة والمحتوية على صوديوم.

ويرتبط بعمل الخلية العصبية حيث يعمل الصوديوم على نقل الإشارات

العصبية كما سبق القول عن طريق التغيير المؤقت للشحنة الكهربائية الموجودة على جدار الغشاء الخلوى. فإذا حدث أى خلل بين تركيز الصوديوم داخل وخارج الخلايا لا تنتقل هذه الإشارات أو النبضات كذلك يحافظ الصوديوم على حساسية وانقباض العضلات.

ويعتبر وجود الصوديوم ضروريًا لامتصاص الجلوكوز والأحماض الأمينية كما يساعد فى نقل العناصر الغذائية خلال الغشاء الخلوى. كما أن الصوديوم يعمل على بقاء العناصر المعدنية التى فى الدم فى صورة ذائبة ويساعد فى عملية الهضم حيث أنه ضرورى لإنتاج حامض هيدروكلوريك المعدة.

الامتصاص والميتابوليزم Absorption and metabolism :

تتراوح كمية الصوديوم المتناولة فى الوجبة العادية من (٣-٧جم) أو من (٠,٥-١٨جم) حسب العادات الغذائية للفرد وكمية ملح الطعام التى تضاف أثناء الطهى أو على مائدة الطعام.

يمتص جزء بسيط من الصوديوم فى المعدة ولكن معظم الصوديوم يمتص من الأمعاء الدقيقة. وينقل الصوديوم الممتص عن طريق الدم إلى الكلى حيث تقوم بترشيحه وإعادته ثانيًا إلى مجرى الدم بكميات تحافظ على المستوى الطبيعى للصوديوم فى الدم ويفرز حوالى ٩٠-٩٥٪ من الصوديوم الممتص مع البول ويتحكم فى تنظيم ميتابوليزم الصوديوم عن طريق الكلى هرمون aldosterone وهو يفرز من الغدة فوق الكلى adrenal gland عند انخفاض تركيز الصوديوم فى الدم. فعند زيادة الاحتياج للصوديوم يزاد إفراز هرمون aldosterone الذى يعمل على تقليل فقد الصوديوم عن طريق البول وإرجاعه ثانيًا إلى مجرى الدم والعكس صحيح فعند ارتفاع مستوى الصوديوم فى الدم يقل تركيز الهرمون فى الدم ويخرج الصوديوم الزائد مع البول. ويعكس تركيز الصوديوم فى البول كمية الصوديوم المتناول وجزء من الصوديوم يخزن فى العظام. ويحتوى الدم على ١٦٠ ملجم/ ١٠٠مل والبلازما ٣٢٠ملجم/١٠٠مل والخلايا ٨/ ١٠٠جم والنسيج العضلى ٦٠-١٦٠ملجم/١٠٠جم والنسيج العصبى ٣١٢ ملجم/ ١٠٠جم.

وقدرة الكلى على التخلص من الصوديوم الزيادة محدودة بحجم البول الذى

يفرزه الجسم. لذلك عند زيادة كمية الصوديوم المتناول عن قدرة الكلى على التخلص منه، يزداد تركيز الصوديوم فى الدم والمحاليل الخارجية. ونتيجة لذلك يحدث تنبه لمركز الاحساس بالعطش فى hypothalamus لزيادة كمية مياه الشرب المتناولة وبالتالى يمكن للكلى إفراز كمية جديدة من البول محتوية على الصوديوم الزائد فى الجسم وبالتالى يقل محتوى الدم من الصوديوم ويتبع ذلك فقد الإحساس بالعطش وعادة تظهر الإحساس بالعطش إذا زاد تركيز الصوديوم فى الدم عن ١٪.

يفرز كمية ضئيلة من الصوديوم مع العرق (أقل من ١جم) ولكن قد تصل هذه الكمية إلى ٥-٦ جرام فى صورة كلوريد الصوديوم إذ زاد المجهود الجسمانى أو عند ارتفاع درجة حرارة الجو فى المناطق الاستوائية فإذا زاد الفقد، يحافظ هرمون aldosterone على مستوى الصوديوم فى الدم كما سبق الشرح. فى الجو الحار إخراج الصوديوم عن طريق الجلد مهم فيحتوى العرق على ٠,٣ - ٠,٥ جم / لتر.

يسبب فقد الصوديوم انخفاض مستواه فى السوائل الخارجية، وللمحافظة على الضغط الاسموزى يخرج البوتاسيوم مع الماء من الخلايا وبالتالى يحدث جفاف للخلايا dehydration وفقد للبوتاسيوم الذى يسبب الشعور بالتعب.

وبعكس البوتاسيوم يدخل الصوديوم فى العصارات الهاضمة مثل إفراز الصفراء bile والبنكرياس والعصارات المعوية والتى تحتوى عل ٣جم/ لتر. يفرز كميات (٢٠جم/ اليوم) يوميًا فى العصارات الهاضمة ولكن يعاد امتصاصها ثانيًا. لذلك فجزء طفيف جدًا يخرج مع البراز إلا فى الحالات المرضية مثل الإسهال أو القىء.

نقص الصوديوم Deficiency :

يرتبط نقص الصوديوم بحدوث جفاف للجسم كنتيجة لتعرضه لارتفاع فى درجة حرارة الجو مما يزيد من كمية العرق المفقودة، فينخفض حجم السوائل خارج الخلايا ويقل حجم الدم مما يؤدى إلى تصلب أو تشنج collapsed للعضلات وللأوعية الدموية ويقل ضغط الدم ويزداد النبض وينخفض وزن الجسم. وعادة لا يفرز كلوريد الصوديوم فى البول. وقد لا يشعر الفرد بالعطش ولكن يحدث جفف فى الفم وفقدان فى الشهية وقىء وصداع وشعور بالدوار. وفى الطفل قد يؤدى إلى وقف النمو، كما يقل إفراز اللبن أثناء الرضاعة.

كما يظهر نقص الصوديوم نتيجة لانخفاض تركيز هرمون aldosterone ويسبب مرض اديسون Addison's disease وتتلخص الأعراض التشخيصية لهذا المرض فى ضعف فى العضلات وانخفاض فى ضغط الدم ويصبح الجلد لونه برونزيًا.

وقد يظهر حالات نقص الصوديوم دون نقص فى الماء كما فى حالة التسمم المائى water intoxication وتظهر هذه الحالة إذا عوض الفقد الزائد من العرق بشرب ماءٍ فقط دون أملاح كذلك إذا تناول الفرد محاليل ملحية بالفم أو عن طريق الحقن لمدد طويلة، وتظهر أعراضه بانخفاض درجة حرارة الفرد، فقد الشهية والضعف وعدم التركيز الذهنى وانقباضات فى العضلات والإغماء coma والتى يصعب تفريقها عن حالات ارتفاع نسبة البولينا فى الدم.

زيادة الصوديوم Excess :

زيادة الصوديوم فى الجسم مع نقص فى ماء الشرب يؤدى إلى زيادة تركيز الصوديوم فى السوائل خارج الخلايا مما يزيد من قدرة الجسم على الاحتفاظ بالسوائل، ويسبب عادة الاستسقاء edema وعادة تؤدى إلى ارتفاع ضغط الدم وزيادة سرعة الميتابوليزم القاعدى وقد يصاحب ضغط الدم تغير فى سمك جدران الأوعية الدموية مما يؤثر على سريان الدم إلى القلب والكليتين. واستمرار هذه الحالة لمدة طويلة بدون علاج يسبب تلف لهذه الأعضاء ويؤدى إلى الوفاة.

وتحدث زيادة الصوديوم إذا أعطى للأطفال الرضع، أو عندما لا تتمكن الكلى من إخراج الصوديوم الزائد.

ويعتبر زيادة ملح الطعام أحد الأسباب الرئيسية فى الإصابة بالبدانة المفرطة. وعمومًا فإن لجسم الإنسان القدرة على التعامل مع الكميات الكبيرة من الصوديوم، ومن جهة أخرى فقد ذكرت (Carper ١٩٨٧) أن تناول جرعات كبيرة مركزة من ملح الطعام يسبب التسمم الحاد ونزيف حاد فى النخاع وفشل كلوى وفشل دائم للمخ وقد يؤدى للوفاة كما ذكرت أن تناول ٣جم ملح كلوريد الصوديوم/كجم من وزن الجسم تعتبر جرعة مميته.

تحديد كمية الصوديوم المتناول:

أدرج ملح الطعام فى لائحة الأطعمة التى تضر بالصحة العامة فى الولايات

المتحدة فى السبعينيات من القرن العشرين، حيث ثبت علميًا أن الملح أحد أسباب ارتفاع ضغط الدم وأن الإفراط فى استخدامه يؤدى فى النهاية إلى أمراض القلب وتصلب الشرايين والفشل الكلوى.... إلخ من الأمراض الناتجة عن اختلال الدورة الدموية.

واجتاحت أوربا وأمريكا فى الفترة الأخيرة من القرن العشرين حملات ضد تناول كميات كبيرة من ملح الطعام بل وصلت شدة هذا الاتجاه إلى طلب إصدار قانون يحتم وضع تحذير ينبه أن الملح ضار بالصحة (كما فى حالة السجائر) وذلك على علب الملح وعلى معلبات السردين والتونة والمخللات وغيرها من المعلبات التى تحتوى على نسبة عالية من الملح.

وكبداية لتحديد كمية الملح المتناول للشخص السليم يقلل بقدر الإمكان استخدام الملح عند طهى الطعام أو إضافته على مائدة الطعام وقد أثبتت الدراسات أن إضافة الملح على مائدة الطعام هى عادة **habit** تكتسب فى المراحل الأولى من العمر وكذلك من العادات المألوفة فى مصر تناول المخللات والحوادق والمشهيات مع الطعام وهى مشبعة بمحلول ملح الطعام ولذلك ينصح باستبدالها بالسلاطة الخضراء والليمون الطازج.

وفى بعض الحالات المرضية مثل ارتفاع ضغط الدم والاستسقاء وتسمم الحمل **toximia** لابد من تحديد كمية الصوديوم المتناول بحيث لا يزيد عن (٥٠٠-٧٠٠مجم) وهذا لا يتم إلا بمنع إضافة الملح نهائيًا بجانب اختيار الأغذية المحتوية على كميات منخفضة من الصوديوم (جدول ٨-١٠)، وتجنب تناول الأغذية المحفوظة. فالجدير بالذكر أن ١٠٪ من الصوديوم المتناول يوميًا يوجد طبيعيًا فى الغذاء و١٥٪ منه نتيجة لإضافة ملح الطعام أثناء الطهى وعلى مائدة الطعام بينما ٧٥٪ الباقية تشكل كمية الصوديوم المضافة أثناء تصنيع الأغذية. فيضاف نترات الصوديوم لإعداد السجق واللحوم المحفوظة ويستخدم ملح فوسفات الصوديوم كمستحلب **emulsifier** فى صناعة الجبن وأكثر أملاح الصوديوم شيوعًا هو ملح بيكربونات الصوديوم الذى يضاف لمنتجات الخبز وملح جلوتامات الصوديوم (تحسين الطعم) وغيره.

جدول (٨-١٠) بعض المصادر الغذائية مقسمة حسب محتواها من الصوديوم

ملجم / ١٠٠ جم غذاء

منخفض		متوسط		عالى	
الغذاء	ملجم/ ١٠٠	الغذاء	ملجم/ ١٠٠	الغذاء	ملجم/ ١٠٠
التفاح	١	اللبن	٥٠	سلمون	٥٤٠
جريب فروت	١	الدواجن :		كورن فلاكس	١٠٠٠
الأناناس	١	الصدر	٦٤	جبنه مطبوخة	١١٠٠
البطاطا	١٠	الكتف	٨٦	لحوم مدخنة	١١٠٠
زبيب	٢٥	الكرفس	١٠٠	مخلل كرنب	١٧٥٠
جزر	٥٠	البيض	١٢٢	سجق	١٧٧٠
		عصير طماطم معلب	٢٠٠	زيتون أخضر	٢٤٠٠
		جبنة قريش	٢٩٠		

المصادر الغذائية Food Sources :

يوجد الصوديوم فى الأغذية الحيوانية بكميات أعلى من الأغذية النباتية ويوضح جدول (٨-١١) بعض المصادر الغذائية للصوديوم. ويزداد محتوى الصوديوم فى حالة الأغذية المعدة والمصنعة حسب كمية ملح الطعام أو أملاح الصوديوم الأخرى المضاف لها. فمثلاً البطاطس النيئة تحتوى على ١ملجم/١٠٠ جرام بينما بعد إعدادها وتحميرها ترتفع نسبة الصوديوم إلى ٣٤٠-١٠٠٠ملجم/١٠٠مل (جدول ٨-١٢ أ/ب).

جدول (٨–١١ أ)* بعض المصادر الغذائية للصوديوم

محتوى الصوديوم ملجم / ١٠٠ جم غذاء				
٥	٥ – ١٠	١٠ – ٢٠	٢٠ – ٤٠	٤٠ – ٦٠
لوز	مشمش جاف	زيتون	خرشوف	فلفل أسود
تفاح	أبو فروة	بروكلى	سكر بنى	بنجر
مشمش	خيار	كانتلوب	كرنب	جزر
موز	بصل أخضر	تين مجفف	جوز الهند	قوانص الدجاج
توت	عسل	جرجير	القشدة	صفار البيض
كريز	خس	ثوم	فلفل شطة	لبن
بلح	نكتارين	مانجو	كرنب أحمر	بقدونس
باذنجان	سودانى	بصل	لفت	لحم الأرانب
تين	ردة القمح	عسل اسود		بذور عباد الشمس
عصير فواكه		عيش الغراب		تونة
جريب فروت		بكان		ديك رومى
عنب		قراصية		زبادى
فول أخضر		زبيب		دواجن
بسلة		بطاطا		
جوافة				
فاصوليا خضراء				
زيت				
بامية				

جدول (٨–١١ ب)** بعض المصادر الغذائية الأخرى ىى الصوديوم

الغذاء	محتوى الصوديوم ملجم/ ١٠٠ جم	الغذاء	محتوى الصوديوم ملجم/ ١٠٠ جم
الكرفس	١٠٠	جبنة مطبوخة	١١٠٠
البيض	١٢٢	لحوم مدخنة	١١٠٠
عصير الطماطم المعلب	٢٠٠	كرنب مخلل	١٧٥٠
جبنة قريش	٢٩٠	سجق	١٧٧٠
سالمون	٥٤٠	زيتون أخضر مخلل	٢٤٠٠
كورن فلكس	١١٠٠		

* Ensminger (١٩٩٥).

** إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠).

المقررات اليومية Requirement :

احتياجات الإنسان من هذا العنصر لا تمثل مشكلة غذائية إذا كان مقيمًا فى جو معتدل حيث تحتوى الرجبة اليومية على كميات تفوق الاحتياج الفعلى ولكن يختلف الأمر كليًا فى الأجواء الحارة وخاصة إذا كان عمل الشخص شاقًا ويتطلب جهدًا عضليًا لزيادة فقد الصوديوم خارج الجسم مع العرق. فعادة ما يتناول الشخص من ٤-٦ جرام صوديوم يوميًا بينما ما يحتاجه فعلاً لا يتعدى ٢٠٠-٢٥٠ مليجرام/اليوم. كما يزاد أثناء الحمل ٦٩ ملجم، وحسب RDA يظهر فى جدول (٨-١٢) المستوى الأدنى من الاحتياجات.

جدول (٨-١٢) الاحتياجات الغذائية من الصوديوم / اليوم/ الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	صوديوم (ملجم/اليوم)
رضع	صفر - ٠,٥	١٢٠
	٠,٥ - ١	٢٠٠
أطفال	١	٢٢٥
	٢ - ٥	٣٠٠
	٦ - ٩	٤٠٠
	١٠ - ١٨	٥٠٠
بالغون	+١٨	٥٠٠

* RDA, 1989.

٦ ـ البوتاسيوم

يحتوى جسم الإنسان على كمية من البوتاسيوم (٢٥٤جم) تساوى ضعف ما يحتويه من الصوديوم (١٠٥جم) ولو أن ما يتناوله الفرد من البوتاسيوم أقل منه فى حالة الصوديوم وهذا يدل على أن الجسم يحتفظ بالبوتاسيوم أكثر من الصوديوم. البوتاسيوم هو الكاتيون الأساسى فى السوائل الداخلية، حيث يوجد ٩٨٪ داخل الخلية، بينما الصوديوم هو الكاتيون الأساسى الموجود فى السوائل الخارجية ويحافظ الجسم على نسبة الصوديوم والبوتاسيوم فى داخل الخلية ١ : ١٠ بينما تكون هذه النسبة ٢٨ : ١ فى السوائل الخارجية ومحتوى الدم من البوتاسيوم لا يدل على مستوى البوتاسيوم فى الجسم حيث أن معظمه يوجد فى السوائل الداخلية.

والبوتاسيوم معدن لونه أبيض فضى ويوجد فى الطبيعة دائمًا متحدًا مع غيره من العناصر. ويعتبر ثالث عنصر من ناحية وجوده وانتشاره فى الجسم بعد الكالسيوم والفوسفور. ويمثل البوتاسيوم ٥٪ من محتوى معادن الجسم.

ودائمًا يرتبط البوتاسيوم مع الصوديوم، وأكثر المركب احتواء لهما هو كربونات والنترات، وقد عرفا منذ زمن بعيد، فمثلاً عند المصريين منذ القرن السادس عشر قبل الميلاد.

ولم يكن من السهل الفصل بينهما ولكنه أمكن حل هذه المشكلة سنة ١٨٠٧ براسطة الكيميائى الإنجليزى **Sir Humphry Davy** وأعطاه اسم **Kalium** وهى كلمة لاتينية مشتقة من الكلمة العربية **alkali**، وعرفت أهميته فى التغذية ١٩٣٨ بواسطة تجارب **McCollum** على الفيران.

ومستوى البوتاسيوم فى الدم يعكس طبيعة ميتابوليزم البوتاسيوم فى الخلايا ولا يدل على الكمية المخزنة منه، فيرتفع بوتاسيوم الدم إذا حدث هدم الأنسجة وكذلك فى حالة ارتفاع حموضة الدم **acidosis** التى تصاحب حالات الإسهال كدليل لخروج البوتاسيوم من الخلايا للمحافظة على التوازن الحامضى - القلوى وتقل نسبة البوتاسيوم فى الدم عند زيادة معدل تخليق البروتين أو زيادة كمية الجليكوجين المخزن فى الخلية أو ارتفاع قلوية الدم **alkalosis** وهذا يدل على أن البوتاسيوم داخل الخلايا. إن زيادة نسبة البوتاسيوم فى الدم وبالتالى فى السوائل الخارجية عن ٠,٥

جرام/ اللتر يحدث ضعف فى العضلات وفى حالات الزيادة الشديدة يسبب توقف مفاجئ لعضلة القلب ويظهر ذلك نتيجة لفشل الكلى فى التخلص من البوتاسيوم الزيادة.

ويحتوى النسيج العضلى على ٢٥٠-٤٠٠ملجم/١٠٠ جم والنسيج العصبى٥٣ ملجم/١٠٠جم والدم ٢٠٠ملجم/ ١٠٠ مل، والبلازما ٢٠ملجم/١٠٠مل والخلية/٤٤٠ ملجم ١٠٠جم.

وظيفة البوتاسيوم Function :

يعمل البوتاسيوم مع الصوديوم فى المحافظة وتنظيم الضغط الاسموزى للسوائل داخل وخارج الخلايا وهو ضرورى للنمو ولحسن نقل وتوصيل المنبهات العصبية وتنظيم ضربات القلب وهذا يعتمد على التوازن بين البوتاسيوم والكالسيوم وحفظ توازن الحموضة والقلوية كما يساعد فى المحافظة على حيوية الجلد وتحويل الجلوكوز إلى جليكوجين وتخزينه فى الكبد، فهو لازم لإفراز الإنسولين من البنكرياس ويعمل كثير من الإنزيمات لاتحاد الفوسفات مع الكرياتين، ويدخل فى ميتابوليزم الكربوهيدرات وتكوين بروتينات العضلات من الأحماض الأمينية التى فى الدم وتنشيط الكلى للتخلص من سموم الجسم.

الامتصاص والتخزين Absorption :

يمتص البوتاسيوم بسرعة من الأمعاء الدقيقة، ونسبة امتصاصه تصل إلى ٩٠٪ من بوتاسيوم الغذاء. ويفرز أساسًا عن طريق البول أو العرق ويتم تنظيم مستوى البوتاسيوم فى الدم عن طريق الكلى التى ترشحه ثم تعاد إفرازه حسب الكمية المطلوبة ومعظم ما يخرج من البوتاسيوم يكون عن طريق البول ويعاد امتصاص البوتاسيوم إذا أفرز فى القناة الهضمية مع العصارات الأخرى، ولذا فالفقد عن طريق البراز منخفض. ويزيد البوتاسيوم فى حالة الحموضة أو فى حالة زيادة هرمون الغدة فوق الكلية Aldosterone.

نقص البوتاسيوم Deficiency :

من النادر حدوث نقص غذائى فى البوتاسيوم نظرًا لانتشاره فى الأغذية الحيوانية والنباتية، ولكن يحدث نتيجة زيادة الفقد فى البول، كما قد تظهر حالات

نقص البوتاسيوم فى الأطفال الذين يصابون بالإسهال مدة طويلة حيث يمر الغذاء بسرعة لدرجة تقلل معدل الامتصاص وتزيد من الكمية التى تفقد خارج الجسم.

كما يسبب القيء المستمر أو فى حالات النقص الغذائى العام أو أمراض سوء التغذية الناتجة من نقص الطاقة والبروتين وتعاطى الأدوية المدرة للبول والمضادة للإمساك والعمليات الجراحية أو الإصابة بالحروق إلى فقد للبوتاسيوم أيضًا. وأيضًا كنتيجة لزيادة الدخل من الصوديوم كذلك نقص الماغنسيوم يقلل من مقدرة الجسم على الاحتفاظ بالبوتاسيوم.

ويؤدى نقص البوتاسيوم إلى زيادة تقلص عضلات الجسم cramps&spasms والنعاس lethargy، وضعف فى العضلات ويحدث تهيج وضربات قلب غير طبيعية قد تؤدى إلى الموت المفاجئ. كما يؤدى نقص البوتاسيوم إلى صعوبة امتصاص الكالسيوم.

زيادة نسبة البوتاسيوم فى الدم hyperkalmia تؤدى إلى ضرر فى الكلى. وهذا يصاحبه ارتفاع نسبة البوتاسيوم فى الخلايا وتلك أيضًا تحدث فى حالة نقص هرمون غدة فوق الكلى عند مرض أديسون. وزيادة البوتاسيوم ضار بالعضلات وخصوصًا عضلة القلب والجهاز العصبى. كما يؤدى إلى ارتباك عضلى وضعف الأرجل وزيادة تنميلها وترهل الأطراف وشلل فيها.

وزيادة البوتاسيوم المتناول له تأثير سام على الأشخاص بسرعة قد تؤدى إلى وقف القلب والكبد. وتشابه أعراض التسمم بالبوتاسيوم أعراض نقص العنصر.

الاحتياجات Requirements :

متوسط ما يتناوله الفرد يوميًا من البوتاسيوم ٢-٣جم، وحيث أن البوتاسيوم واسع الانتشار فى أغذية عديدة فإن الاحتياجات الدنيا من البوتاسيوم (جدول ٨-١٣) كما أوصت بها RDA (١٩٨٩) :

جدول (٨-١٣) الاحتياجات الغذائية من البوتاسيوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	بوتاسيوم ملجم/اليوم
رضـع	صفر - ٠,٥	٥٠٠
	٠,٥ - ١	٧٠٠
أطفال	١	١٠٠٠
	٢ - ٥	١٤٠٠
	٦ - ٩	١٦٠٠
	١٠ - ١٨	٢٠٠٠
البالغون	١٨+	٢٠٠٠

ويعتقد أن زيادة البوتاسيوم في الوجبة إلى حد ما يقلل من ضغط الدم خصوصًا في الأفراد الذين يرتفع دخلهم من الصوديوم. فقد لوحظ أن النباتيين الذى ترتفع دخلهم من البوتاسيوم أقل عرضة للإصابة بارتفاع ضغط الدم. وعمومًا فالمهم هى نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم المتناولة وقد أوصت لجنة الغذاء والتغذية بالولايات المتحدة بأن بالنسبة للفرد لابد من تناول ٠,٦ جرام صوديوم لكل واحد جرام بوتاسيوم (٠,٦ : ١) ولكن يصعب الحصول على هذه النسبة فى الوجبات العادية.

المصادر الغذائية Food sources :

يوضح الجدول (٨-١٤) كمية البوتاسيوم المقدمة للفرد من بعض الأغذية، تؤدى طرق حفظ الأغذية المختلفة إلى الإخلال بنسبة K :Na حيث تقل البوتاسيوم عن الصوديوم فمثلاً وجد أن تعليب البسلة يؤدى إلى خفض محتواها من البوتاسيوم إلى النصف وزيادة كمية الصوديوم حوالى ٢٠٠٪.

جدول (٨-١٤) كمية البوتاسيوم المقدمة للفر . من بعض الأغذية

أقل من ١٠٠ ملجم	١٠٠-٣٠٠ ملجم	٣٠٠-٥٠٠ ملجم	أكثر من ٥٠٠ ملجم
كوب لمونادة	جريب فروت	الموز	التين الجاف
بيض	برتقال	الكبد	والطازج
جبنه قريش	تفاح	الدواجن	البرقوق
خبز	عصير برتقال	سالمون	البطاطس
سكر	تونه	عسل أسود	الفاصوليا
جبنه شيدر	سجق	بطاطس	الكانتلوب
	أيس كريم	زبدة فول	الخوخ المجفف
	جزر	السوداني	
	طماطم	اللبن	
	لحم بقرى		

ويحدث فقد البوتاسيوم أثناء طهى الخضروات وكذلك يفقد مع الشرش عند تصنيع الجبنة وللمحافظة على محتوى الخضروات من البوتاسيوم يفضل عدم تقشيرها.

٧ - الكلورين

الكلورين غاز شديد الرائحة لونه أخضر مصفر، يوجد دائمًا مع عناصر خرى خصوصًا الصوديوم مكونًا كلوريد صوديوم.

يوجد فى جسم الإنسان البالغ ١٠٠ جرام كلورين تشكل ٠,١٥٪ من وزن جسم الإنسان وتوجد هذه الكمية موزعة فى الجسم كله ويوجد بتركيزات عالة فى صورة كلوريدات فى سوائل النخاع الشوكى وفى إفرازات العصارة المعوية. بينما توجد بكميات أقل فى العضلات والأنسجة العصبية حيث يوجد فى الجهاز العصبى ٤٤٠ملجم/١٠٠مل. أما فى الدم فيوجد ٢٥٠ملجم/١٠٠مل، والبلازما ٣٦٥ملجم/١٠٠مل، والخلايا ١٩٠ملجم/١٠٠جم وخلايا النسيج العضلى ٤٠ملجم/١٠٠م وخلايا النسيج العصبى ١٧١ملجم/١٠٠جم والكلورين هو الأنيون الرئيسى للسوائل خارج الخلايا ويوجد دائمًا فى صورة كلوريد.

وظيفة الكلور Function :

الكلورين هو الأنيون السالب للكلوريد يحمل شحنة سالبة ويوجد معظمه فى سوائل الخلية الخارجية. ويوجد الكلوريد حيث يوجد الصوديوم. فهما متلازمان ويؤديان معًا دورًا فى التوازن المائى، وتنظيم الضغط الاسموزى وتوازن الحموضة والقلوية وفى الحالة الأخيرة يلعب الكلوريد دورًا هامًا فى الدم، كما أن الكلوريد ضرورى لتكوين حامض الهيدروكلوريك فى المعدة، وتنشيط إنزيم أميليز اللعاب الذى يحلل النشا وفى امتصاص B_{12} والحديد. كما يقوم الكلوريد بدور هام فى تنظيم إفراز الصوديوم فى حالة التهاب الكلى.

وينشط الكلوريد الكبد ليقوم بوظيفته للتخلص من السموم خارج الجسم. وأيونات الكلوريد لها القدرة على الخروج من كرات الدم الحمراء إلى بلازما الدم بسهولة، تسمى chloride shift، وهذا يسهل حمل الدم لكميات كبيرة من ثانى أكسيد الكربون إلى الرئتين حيث يتم معادلة أى تغير فى التوازن الحامضى - القلوى فى خلية الدم عن طريق سرعة وسهولة انتقال الكلوريد من وإلى خلية الدم الحمراء.

الامتصاص والتخزين:

ويمتص الكلوريد بسرعة فى الأمعاء، وينقل بسهولة إلى السوائل خارج الخلايا عن طريق الدم والليف، وعادة يفرز أكثر من ٩٠٪ من الكلوريد الزائد عن طريق البول، وغالبًا يكون متحدًا مع الصوديوم، والباقى يخرج عن طريق البراز والعرق، وتعتبر هرمونات غدة فوق الكلى لازمة لمنع زيادة فقد الكلوريد حتى لا ينقص فى سوائل النخاع الشوكى والعصارة الهاضمة.

ويعتبر ملح الطعام هو مصدر الكلورين فى الوجبة ولذلك عند تقليل الملح فى الوجبة ينخفض مستوى الكلورين فى البول ثم فى الأنسجة. كذلك يظهر نقص الكلورين مصاحب لنقص الصوديوم فى حالات الإسهال والقيء والعرق الزائد.

ويؤدى نقص الكلوريد إلى وقف النمو وتقرحات فى الكلى والجهاز البولى وضعف قدرة الفرد على الاحتفاظ بالماء وعدم إفراز حامض الهيدروكلوريك وسوء الهضم وسرعة التهيج والتشنجات وزيادة الخزان القلوى alkali reserve بالجسم نتيجة لزيادة الكربونات. كما يؤدى لسقوط الشعر والأظافر وتقلص العضلات، وفقد الشهية.

ولابد من ذكر أنه يضاف الكلوريد لمياه الشرب بغرض القضاء على الميكروبات الضارة مثل الميكروبات المسببة لكوليرا والتايفويد ووباء الصفراء. ولكن لو زادت الكمية قد يؤدى إلى تكوين مركبات معقدة مع الكلورين ضارة بالصحة العامة. علاوة على ما هو معروف أن الكلورين فى مياه الشرب يهدم فيتامين E كذلك يقضى على فلورا المعدة التى تساعد على الهضم.

ولا يوجد مقررات غذائية للكلورين لأن الإنسان يتناول يوميًا ٣-٩جم من الأغذية ومن ملح الطعام، وهذا يقابل احتياجات الفرد، وكل الوجبات التى تمد الفرد باحتياجاته من الصوديوم والبوتاسيوم تكون كافية كمصدر للكلورين، وعادة يحتاج الفرد كمية تعادل نصف الاحتياجات من الصوديوم.

ثانيًا : معادن الآثار
MICRO ELEMENTS

يحتوى جسم الإنسان عددًا كبيرًا من العناصر التى توجد بكميات أو بتركيزات شحيحة جدًا وتسمى هذه بمعادن الآثار. وكثير منها له أهمية كبيرة فى الجسم مثل اليود والكوبلت حيث تدخل فى بناء مركبات معينة كالهرمونات والإنزيمات والفيتامينات والتى لا يمكن للجسم الاستغناء عنها ونقص هذه العناصر فى الغذاء يسبب ظهور أعراض مميزة يمكن التعرف عليها. وبعض هذه العناصر التى توجد باستمرار فى الجسم لم يثبت أهميتها بعد. وقد يرجع وجودها فى الجسم بصفة منتظمة إلى انتشارها الواسع فى الهواء أو مياه الشرب ومن ثم توجد فى الجسم وهى تعمل فى الميتابوليزم نفس العمل الذى تقوم به المواد الأخرى.

ومن بين معادن الآثار اليود والنحاس والكوبلت والزنك والمنجنيز والسلينيوم والموليبدنوم والكروم والالومنيوم والانتيمون والقصدير والباريوم والبورون والبروم والكادميوم والألومنيوم، والليثيوم والزئبق، والنيكل والفضة والإسترانشيوم والتيتانيوم... إلخ.

وخلال الأربعين عامًا الأخيرة من القرن العشرين، أجريت دراسات كثيرة لمعرفة أهمية هذه المعادن بالنسبة للإنسان، وقد تقدمت هذه الدراسات بفضل تقدم وسائل التحليل الكمى والكيماوى والإنزيمى، واستعمال العناصر المشعة التى سهلت

معرفة امتصاص وتمثيل وإخراج هذه العناصر، واكتشاف الإنزيمات المحتوية على معادن، كل هذا ساعد كثيرًا فى معرفة معادن الآثار فى عمل هذه الإنزيمات.

وهناك كثير من الصعوبات لإجراء الدراسات على أهمية هذه العناصر وذلك لصعوبة تنقية الغذاء من جميع ما يحتويه من معادن آثار لتغذية الإنسان أو حيوانات التجارب لمدة طويلة وملاحظة أعراض النقص علاوة على أن أعراض نقص المعدن ليست خاصة به وقد يكون هناك تداخل أكثر من عامل مثل عامل الجنس والزمن وشدة النقص وطبيعة المعدن وعلاقته بالمعادن الأخرى ووجوده بالغذاء.

إلا أنه من المسلم به هو نقص أحد أو بعض معادن الآثار يؤدى فى كثير من الأحيان إلى عرقلة استمرار سريان تفاعلات حيوية معينة بالجسم عن طريق توقف بعض الإنزيمات عن القيام بعملها.

هناك الحاجة إلى مزيد من الدراسات لمعرفة الكثير عن هذه العناصر ومحتوى الأغذية منها وتأثير طرق الإعداد والتصنيع على محتوى هذه الأغذية وكذلك على تأثير تلوث البيئة على الدخل اليومى للفرد من معادن الآثار خصوصًا وأن زيادة تركيز معظم هذه المعادن فى الجسم له تأثيرات سالبة.

١ـ الحديد

عرف الحديد منذ قديم الزمان، وكتب عنه الكثير فى كتابات القدماء منذ ١٢٠٠ سنة قبل الميلاد. وعرف اليونانيون دوره فى القوة، كما عرف أنه يمكن أن يعالج الأنيميا منذ القرن السابع عشر، وفى ١٧١٣ عرف أنه أحد مكونات الجسم، ثم أهميته فى التغذية بواسطة العالم الفرنسى Boussigngault ١٨٦٧.

ويحتوى جسم الإنسان البالغ السليم على ٠,٠٠٤٪ من وزنه حديد بكمية تصل ما بين ٣-٥جم حسب السن، والجنس، وحجم الجسم، والحالة التغذوية والصحية وكمية الحديد المخزن فى الجسم عمومًا يوجد كل الحديد فى الجسم مرتبطًا مع البروتين فى مركبات حيوية فى الخلايا تدخل فى عمليات النقل والتخزين والإنزيمات والمركبات الحيوية المسئولة عن التنفس.

وترجع أهمية الحديد فى الجسم إلى قدرته على الارتباط بجزىء الاكسجين والدخول فى تفاعلات الأكسدة والاختزال نتيجة للتغير فى الجسم من صورة

الحديدوز إلى الحديديك وكذلك على سهولة انطلاق ثانى أكسيد الكربون. وهذه التفاعلات تعتبر حيوية لاستمرار الحياة.

توزيع الحديد فى الجسم:

يتركز الحديد أساسًا فى الدم ولكن يوجد أيضًا بكميات متفاوتة فى جميع خلايا الجسم ويوضح جدول (٨-١٥) توزيع الحديد فى أنسجة الجسم المختلفة.

جدول (٨-١٥) توزيع الحديد فى الجسم

	النسبة المئوية الكلية	الكمية (مجم)	
		الذكور	الإناث
الهيموجلوبين	٦٠-٧٥	٢١٠٠	١٧٥٠
الميوجلوبين	٣	١٠٠	١٠٠
حديد مخزن (الكبد والطحال ونخاع العظام)	صفر-٣٠	١٠٠٠	٤٠٠
حديد الأنسجة	٥-١٥	٣٥٠	٣٠٠
الحديد المنتقل	١	٤	٤
حديد السيرم	١	٠,٣	٠,١
الإجمالى		٣٥٥٤,٣	٢٥٥٤,١

* Guthrie, H.A. (1979).

حوالى ٧٠٪ من الحديد فى صورة فعالة وأغلبه يوجد فى جزئ الهيموجلوبين **hemoglobin** المكون لكرات الدم الحمراء. جزء بسيط من الحديد يوجد فى ميوجلوبين **Myogloin** العضلات، وهو بروتين يوجد فى العضلات يشابه فى تركيبه الهيموجلوبين ولكن يختلف فى نوع البروتين. الجزء الباقى من الحديد الفعال يوجد فى إنزيمات الأنسجة مثل السيتوكروم أكسيديز **Cytochrome oxidase**، وإنزيم الكاتاليز **Catalase** وهذه الإنزيمات توجد فى جموع خلايا الجسم الحية وهى ضرورية للتنفس الخلوى وانطلاق الطاقة.

الجزء الباقى من الحديد (٣٠٪) يخزن فى الكبد والطحال ونخاع العظام

والذى يمد الجسم بالحديد عند الحاجة له. وعادة كمية الحديد المخزنة فى جسم المرأة أقل منها فى الرجل (جدول ٨-١٥) ويخزن الحديد فى الكبد والطحال فى صورة مركب معقد قابل للذوبان يطلق علية الفريتين Ferrtin الذى يحتوى على ٢٠٪ حديد أو فى صورة مركب معقد غير قابل للذوبان يطلق عليه هيموسيدرين Hemosiderin الذى يحتوى على ٣٥٪ حديد، وكلا المركبين لهما القدرة على اطلاق الحديد المخزن عند الحاجة له.

بالإضافة إلى حديد الهيموجلوبين فيحتوى الدم على حوالى ٤مجم حديد توجد فى بلازما الدم تمثل الحديد المتنقل من أماكن الامتصاص أو الكبد إلى الخلايا ويرتبط هذا الحديد ارتباطًا وثيقًا ببروتين معين يسمى ترانسفرين Transferrin ويصل معدل تغير حديد البلازما إلى ٣٥-٤٠ مجم ينقل من وإلى البلازما يوميًا.

كما يوجد أيضًا فى سيرم الدم مركب الفريتين Ferritin المنطلق من الكبد. كما يوجد كمية بسيطة من الحديد مرتبطة بمركبات أخرى.

وحيث أنه لا يوجد ميكانيزم خاص لإفراز الحديد خارج الجسم لذا ينظم مستوى الحديد الفعال والمخزن فى الجسم عن طريق التحكم فى معدل الامتصاص ولذا يمتص الحديد فقط عند الحاجة له.

وظائف الحديد فى الجسم Function :

١- حمل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون: الوظيفة الحيوية الأساسية للحديد هو قدرته على نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون بين الأنسجة وبعضها. وتتم هذه العملية عن طريق كلا من الهيموجلوبين hemoglobin والميوجلوبين myoglobin وهى المركبات البروتينية المحتوية على الحديد والموجودة فى الدم والعضلات على التوالى. كما أن الحديد يدخل فى تركيب مركبات أخرى حيوية وإنزيمات ضرورية أيضًا لسهولة ارتباط وانطلاق الأكسجين وثانى أكسيد الكربون. أى أن الحديد ضرورى لعملية التنفس وانطلاق الطاقة.

٢- تكوين الدم: يعتبر الهيموجلوبين المكون الأساسى لكرات الدم الحمراء أو erythrocytes وتتكون هذه الخلايا فى نخاع العظام فى وجود هرمون يفرز من الكلى يسمى اريثروبيوتن erythropoietin. فعند انخفاض عدد خلايا الدم الحمراء

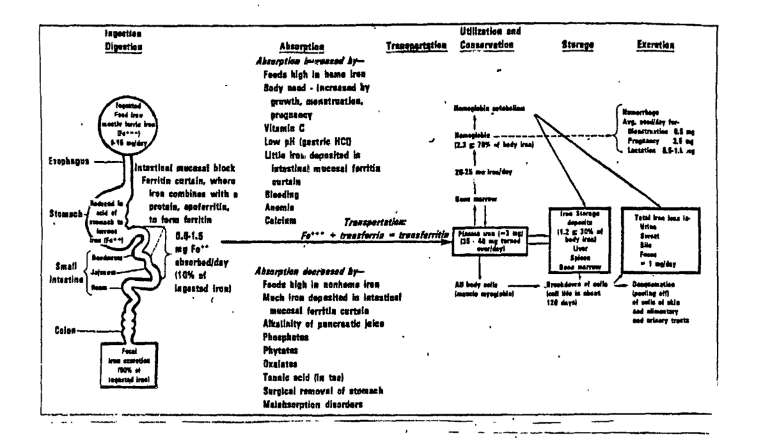
وبالتالى تقل القدرة على حمل الأكسجين يزداد إفراز هذا الهرمون من الكلى لتنشيط إنتاج خلايا الدم.

وحيث أن خلايا الدم الحمراء لا تحتوى على نواة فلا يمكنها تخليق الإنزيمات الضرورية للحياة، وبالتالى تستمر كرة الدم الحمراء حية طالما توجد هذه الإنزيمات فعالة فعمر كرة الدم حوالى ١٢٠ يومًا (٤ أشهر) كما سبق ذكره.

٣- وظائف أخرى: الحديد له وظائف حيوية أخرى غير نقل الأكسجين وتكوين الدم فهو يقوم بتنشيط عدة تفاعلات مثل تحويل البيتا - كاروتين إلى فيتامين **A** وتخليق البيورين **Purines** وتنقية دهون الدم وتخليق الكولاجين **Collagen** وإنتاج الأجسام المضادة وتنقية الكبد من السموم الناتجة من العقاقير كما أثبتت الدراسات الحديثة أهمية الحديد فى الوقاية من الأمراض المختلفة.

الامتصاص Absorprtion :

يمتص الحديد أساسًا من الخلايا المبطنة للغشاء المخاطى **mucosa** للإثنى عشر (شكل ٨-٦). وتعتمد قدرة الجسم على امتصاص الحديد إلى حد كبير على توازن الحديد فى الجسم. فيحتفظ بتركيز الحديد فى الدم وكميته المخزنة على مستوى ثابت نسبيًا عن طريق قدرة خلايا الميوكوزا بتجنب امتصاص حديد الغذاء الذى لا يحتاجه الجسم (وليس عن طريق زيادة أو خفض كمية الحديد التى تفرز خارج الجسم كما سبق).



شكل (٨ – ٦) ميتابوليزم الحديد

يمتص الحديد من الغذاء فى صورة حديدوز (الصورة المختزلـه Fe^{++}) وهـى أكثر وأسرع من الصورة المؤكسدة (الحديديك Fe^{+++}) ولذلـك يختزل حديـد الغـذاء الذى يوجد فى صورة حديديك بواسطة حامض هيدروكلوريك المعـدة إلى الحديـدوز قبل امتصاصه ويوجد فى صورة نوعين من مركبات الحديد فى الأغذيـة النـوع الأول وهو الحديد الذى يوجد فى حلقة البرفرين Porphyrin المكونـة لجـزىء الهيموجلوبـين ويطلق عليه heme iron، النوع الثانى هو الحديـد الموجـود فـى الأغذيـة بـأى صـورة أخرى ويطلق عليه nonheme. وعادة يوجد ٤٠٪ من الحديد فى الأنسـجة الحيوانيـة فى صورة heme iron أما الجزء الباقى وهـو (٦٠٪) فيوجـد فـى صـورة nonheme، كما أن كل مركبات الحديد الموجود فى الأنسجة النباتية تكون فى صورة nonheme أيضًا وتصل كفاءة امتصاص الحديد الموجود فى صـورة heme إلى ٢٣ – ٣٠٪ بينمـا تقل فى صورة nonheme فتكون أقل فى السمك ١٥٪ وفى فـول الصويـا ٢٠٪ وفـى

الأغذية النباتية من (٣-٨٪) حسب وجود عوامل غذائية أخرى فى الوجبة الغذائية، مثل وجود حامض الفيتيك، التانين والإكسالات، والفوسفات الزيادة وغيرها من العوامل التى تقلل من امتصاص الحديد، ولذا يقسم الحديد حسب مصادره إلى ثلاثة أقسام : حديد هيمى، حديد غير هيمى من مصادر حيوانية، وحديد غير هيمى من مصادر نباتية.

إن معدل امتصاص الحديد من الوجبة العادية منخفض، فيصل فى الإنسان السليم إلى من ٢-١٠٪ من حديد الوجبة فقط وقد يرتفع فى حالة احتياج الجسم إلى ٢٠-٣٠٪ ويحدث الامتصاص عادة فى الجزء الأمامى من الأمعاء الدقيقة كما يتم امتصاص جزء ضئيل جدًا فى المعدة. وعمومًا تحسب نسبة امتصاص الحديد على اساس ١٠٪ فى المتوسط.

العوامل التى تؤثر على امتصاص الحديد :

١- احتياج الجسم للحديد: كلما زاد احتياج الفرد كلما زاد معدل الامتصاص ويدل وجود مركب Transferrin فى الدم ودرجة تشبعه بالحديد علي مدى احتياج الفرد. وعادة يزداد معدل الامتصاص فى الأطفال وأثناء فترة الحمل والرضاعة وحالات الأنيميا وبعد العمليات الجراحية وكذلك بعد مجهود جسمانى شديد أو انخفاض كمية الأكسجين التى تصل للمخ حيث يزداد تخليق كرات الدم الحمراء.

٢- صورة ومصدر الحديد: يمتص بكفاءة أعلى فى صورة حديدوز عن الحديديك ولذلك وجود أى مواد مختزله مثل الأحماض تساعد على تحويل الحديديك إلى حديدوز (تتم هذه الخطوة المعدة بواسطة حامض الهيدروكلوريك. كذلك وجود بعض الأحماض العضوية فى الغذاء مثل حامض الاسكوربيك (فيتامين C، فى الموالح الذى يزيد من كفاءة الامتصاص نتيجة اختزال الحديديك إلى حديدوز. كذلك تؤثر الأحماض الأمينية وخاصة السستئين Cysteine على زيادة معدل الامتصاص لحد ما وكذلك مركبات السلفا هيدريل Sulfhydryl Compounds.

٣- تركيب الوجبة: يمتص حوالى ٥٪ فقط من الحديد الموجود فى الأغذية النباتية مثل الأرز والذرة والسبانخ والقمح بينما تصل هذه النسبة إلى ٣٠٪ فى اللحوم و١٥٪ فى الأسماك.

وعند تناول وجبة تحتوى على لحوم وخضروات يزداد معدل امتصاص الحديد الموجود فى المصدر النباتى ضعفين أو ثلاث أضعاف نتيجة لارتباط الحديد غير العضوى مع الحمض الأمينى السستئين (Cysteine) الذى ينفرد أثناء هضم بروتينات اللحم ويكون مركب مع الحديد ذائب.

كما أن لابد من توفر مصدر لفيتامين C عند تناول كل وجبة لزيادة الكمية المتاحة من الحديد.

ويرجع أهمية فيتامين C ليس فقط لقدرته الاختزالية ولكن أيضًا لتكوينه مركب معقد مع الحديد يبقى فى صورة ذائبة فى الأمعاء الدقيقة حيث ترتفع بها القلوية نسبيًا.

ويوضح جدول (٨-١٦) اختلاف كفاءة امتصاص الحديد حسب نوع الوجبة ووجود مصدر لفيتامين. ويلاحظ من الجدول أن الحديد الموجود فى البروتينات الحيوانية أكثر سهولة فى الامتصاص من الحديد الموجود فى المصادر النباتية.

جدول (٨-١٦) الحديد المتاح فى الوجبات المختلفة*

نوع الوجبة	نسبة امتصاص الحديد من الوجبة	
	Heme Iron ٪	Nonheme ٪
١- وجبة منخفضة فى محتواها من الحديد: كمية اللحوم والدواجن والأسماك أقل من ٣٠جم كمية فيتامين C فى الوجبة أقل من ٢٥٤جم.	٢٣	٣
٢- وجبة متوسطة فى محتواها من الحديد: كمية اللحوم والدواجن والأسماك ٣٠-٩٠جم أو كمية فيتامين C ٢٥-٧٥ جم.	٢٣	٥
٣- وجبة عالية فى محتواها: كمية لحوم ودواجن وأسماك أكثر من ٩٠جم أو كمية فيتامين C أكثر من ٧٥مجم أو كمية لحوم ودواجن وأسماك ٣٠-٩٠ مجم بجانب ٢٥-٧٥جم فيتامين C.	٢٣	٨

* Monsen et al., 1978

٤- زيادة الألياف والمواد السليولوزية فى الوجبة تقلل من معدل الامتصاص.

٥- وجود حمض الفيتيك Phytic acid يعيق من امتصاص الحديد حيث يرتبط مع الحديد. ويكون مركبات غير ذائبة وهذا مرتبط بسوء امتصاص حديد القمح.

وكذلك وجود حامض التانيك Tannic acid يعيق من امتصاص الحديد وهو موجود فى الشاى وفى دراسة حديثة وجد أن تناول كوب شاى مع وجبة الإفطار انخفض معدل امتصاص الحديد من ١٦٪ إلى ٣٪ ويرجع ذلك إلى تكوين مركب معقد غير ذائب مع الحديد الموجود فى صورة nonheme وليس للشاى تأثير على الحديد فى صورة heme ويمكن لفيتامين C التقليل من تأثير الشاى كذلك زيادة أملاح الكالسيوم والفوسفات والمنجنيز تعيق من الامتصاص.

ويعتمد قدرة الجسم على امتصاص الحديد إلى حد كبير على توازن الحديد فى الجسم حيث يحتفظ الجسم بتركيز الحديد فى الدم وكميته المخزنة ثابتة عن طريق قدرة خلايا الميكوز Mucosa وهى الخلايا المبطنة للأمعاء، بتجنب امتصاص حديد الغذاء لا يحتاجه الجسم وليس عن طريق زيادة أو خفض كمية الحديد التى تفرز خارج الجسم.

والعمليات التنظيمية لامتصاص الحديد غير معروفة تمامًا الآن. ولكن فسر ذلك بنظرية أطلق عليها Mucosal blockage أى انسداد الميكوزا. فى هذه النظرية يعتقد أن الحديد يمتص خلال الغشاء المخاطى للأمعاء حيث يتحد مع بروتين معين يطلق عليه (apoferritin) لتكوين مركب معقد من الحديد – البروتين يسمى Ferritin يخزن الحديد الممتص فى صورة Ferritin فى الخلايا الطلائية وينطلق منه الحديد إلى مجرى الدم للارتباط بمركب يسمى Transferrin فى حالة انخفاض نسبة تشبعه بالحديد عن الحد الطبيعى (٣٠-٤٠٪) أى عند احتياج الجسم إلى حديد جديد. ويبقى بروتين apoferritin الخالى من الحديد فى خلايا الميكوزا للارتباط مع حديد جديد ممتص من الأمعاء. ولكن لا يحدث امتصاص طالما كانت خلايا الميكوزا مشبعة بمركب الحديد – البروتين (Ferritin) وهكذا فإن انطلق حديد جديد ثانيًا من هذا المركب لتخليق الهيموجلوبين أو لاستعماله فى الأنسجة الأخرى (عند حاجة الجسم) يبدأ ثانيًا فى امتصاص الحديد حتى يحدث التشبع الذى يقف عنده الامتصاص.

النقل والميتابوليزم Transportation and metabolism :

أيونات الحديد سامة، ولذا يوجد الحديد فى بلازما الدم فى صورة حديديك مرتبطًا بجلوبيولين معين (beta - globulin) مكونًا مركب حديد - بروتين معقد يسمى Transferrin وهذا المركب له القدرة على الارتباط بـ٢ جزئ حديد وهو يمثل الحديد المتنقل حيث يحمل مركب Transferrin الحديد إلى الأنسجة ونخاع العظام وأماكن تخزين الحديد فى الجسم وجزء يذهب لخلايا الجسم لتكوين الإنزيمات التى يدخل فى تركيبها الحديد ووجود كميات صغيرة من النحاس ضرورى لتخليق الهيموجلوبين وإنزيمات السيتوكروم وتصل الكمية المتبادلة يوميًا بين الدم ونخاع العظام ٢٥ ملجم حديد يوميًا. وهذه تكفى لتخليق من ٥-٦ جرام هيموجلوبين يوميًا من نخاع العظام فى صورة كرات دم حمراء جديدة.

التخزين :

يخزن فى الجسم ١٠٠٠ ملجم حديد (١جم) موزعة كالآتى: ٣٠٪ فى الكبد، ٣٠٪ فى نخاع العظام والباقى فى الطحال والعضلات. ويخزن الحديد فى الكبد والطحال ونخاع العظام وخاصة فى reticula - endothelial والأنسجة البارنشيمية liver - parenchyma فى صورتين:

أ- مركب الفيرتين ferretin ويحتوى على ٢٣٪ حديد.

ب- مركب Hemosiderin ويتكون من الفيرتين إذا زادت كميته وهو أكثر ثباتًا منه يحتوى على ٨٪ حديد فقط.

ويعتبر هذان المصدران للتكوين السريع للهيموجلوبين يوميًا حيث يصل معدل حركة الحديد يوميًا ٣٥-٤٠مجم/اليوم.

وإذا زادت كمية الحديد المخزنة فى صورة Hemosiderin ينتج حالة مرضية Siderosis وهذه الحالة أحد العوامل التى تسبب تليف الكبد وتلفه. وقد تحدث هذه الحالة نتيجة زيادة تناول الحديد أو زيادة سرعة تحلل كرات الدم الحمراء أو بعد كثرة حالات نقص الدم أو فشل فى تنظيم مستوى الحديد.

ويمثل الحديد الخارج عن طريق البراز الحديد غير الممتص من الغذاء والذى يخرج مع البول كمية ضئيلة جدًا لا تتعدى ٠,٥-١ مجم/اليوم. أما معظم الحديد

الناتج من انحلال كرات الدم الحمراء فإنه يمتص نهائيًا ثانيًا ويستعمل فى بناء كرات الدم الحمراء الجديدة.

الفقد :

يحدث فقد طبيعى يومى لحديد الجسم عن طريق العرق والشعر وانحلال خلايا الجسم وخلايا الدم البيضاء والصفراء والبول والبراز. ويبلغ الفقد فى الرجال ١مجم يوميًا وفى النساء ١-٢مجم يزداد الفقد فى النساء نتيجة الحيض (الدورة الشهرية) يبلغ (١٤-٢٨ ملجم حديد) وفترة الحمل وبعدها مباشرة حيث يبلغ الفقد (٣٠٠-٥٠٠ ملجم حديد) يشمل حديد الجنين وحديد الأم الذى فقد أثناء النزيف والإصابة بالجروح وفقد الدم نتيجة لإصابة الجهاز الهضمى بجروح أو قرح كلها عوامل تزيد من الفقد.

نقص الحديد Deficiencies :

نقص الحديد فى الإنسان يوصف أنه الإصابة بالأنيميا Hypochromic anemia وفيه يكون عدد كرات الدم الحمراء فى الدورة الدموية أو التى تسبح فى تيار الدم إما عاديًا أو قليلاً ولكن تكون الكمية الإجمالية للهيموجلوبين بالدم منخفضة تحت الحد الطبيعى (جدول ٨-١٧) لأن كل كرة دم يقل محتواها من الهيموجلوبين وتصبح كرات الدم باهتة اللون وتنخفض قدرة الدم على حمل الأكسجين ويؤثر ذلك على أداء معظم أجهزة الجسم.

وأعراض الأنيميا بالدم والسابق ذكرها يصحبها عادة أعراض مرضية كبهتان لون الجلد والأنسجة والضعف العام والإسهال والصداع والشعور المستمر بالتعب والإجهاد.

والأنيميا الراجعة لنقص الحديد قد تنشأ لأسباب غذائية بحته كتناول غذاء ينقصه الحديد أو نتيجة سوء امتصاص الحديد من الغذاء وفقد الدم الناتج من نزيف ظاهر أو خفى يسرع من استنزاف مخزون الجسم من الحديد. فمهما كان الغذاء مناسبًا وكذلك درجة امتصاص الحديد من الغذاء فإن الأسباب التى تؤدى إلى الفقد المزمن من الدم تؤدى بالتبعية إلى استنزاف الحديد المخزون بالجسم وبالتالى إلى الإصابة بالأنيميا Hypochromic anemia فمثلاً الأفراد المصابون بطفيليات فى أمعائهم أو

الذين يعانون من نزيف داخلى مزمن مثل القرحة المعدية وتكرار النزيف نجدهم عرضه لنقص الحديد وكذلك السيدات فى سنوات الإنجاب تعانين من نقص الحديد إذا كن يتعرضن للحيض الشديد أو إذا كانت فترات الحمل متقاربة ومتكررة. ويزيد من ذلك فقر الغذاء فى الحديد وسوء امتصاصه ولذا ففى السيدات ١٠-٦٠٪ من الحوامل مصابات بالأنيميا. ويلاحظ أن تكوين الهيموجلوبين يحتاج أيضًا بجانب الحديد عناصر البروتين، النحاس، فيتامين B_{12}, C، حامض الفوليك.

جدول (٨-١٧) تقسيم مستويات الهيموجلوبين فى الدم جم / ١٠٠ مل دم*

الفئات	منخفض	مقبول	عالى
أطفال ١-٥ سنوات	١٠	١٠-١١	١١
٦-١١ سنة	١١,٥	١١,٥-١٢,٥	١٢,٥
١٢-١٧ سنة ذكور	١٣	١٣-١٤	١٤
١٢-١٧ سنة إناث	١١,٥	١١,٥-١٢,٥	١٢,٥
١٨ سنة فأكثر ذكور	١٤	١٤-١٦,٥	١٦,٥
١٨ سنة فأكثر إناث	١٢	١٢-١٤,٥	١٤,٥
السيدات الحوامل		١١-١٢	

* Arlin, M (1977) The Science of nutrition. 2nd Macmillan Publishing Co.

ويعتبر الأطفال مجموعة أخرى من المجموعة المعرضة لنقص الحديد وبالتالى الإصابة بالأنيميا (١٠-٦٠٪ من الأطفال مصابين بالأنيميا).

ومن المهم أن تتذكر أن توافر الحديد فى الغذاء لا يعتبر العامل الوحيد المحدد لمستوى الهيموجلوبين فى الفرد لأن هناك عوامل أخرى على نفس الأهمية مثل توازن الغذاء ككل خاصة من ناحية توافر البروتين وتوافر الفيتامينات B_{12} وحامض الفوليك، و C.

واستكمالاً لهذا الموضوع فإن أى نقص فى الحديد عادة ما يصحبه الميل لأكل أغذية غير مألوفة (الوحم pica).

وهناك ٣ درجات لنقص الحديد:

١- نقص أو استنفاذ الحديد المخزون فقط Iron storage depletion. ويشخص بنقص أو غياب Hemosiderin في خلايا reticulo-endothelial cells الموجودة في النخاع، ويكون تركيز Ferritin في السيرم أقل من ١٢ ng نتوجرام/ ١مل ($١٠^{-٩}$ جم) سيرم. أى انخفاض الحديد في البلازما أو الحديد المخزون ولا تتغير نسبة تشبع الترانسفرين بالحديد. ولا تظهر أعراض خارجية في بادئ الأمر.

٢- نقص الحديد دون ظهور الأنيميا Latent anemia ينقص الحديد المخزون وتنخفض نسبة تشبع الترانسفرين بالحديد (حديد البلازما/كمية الحديد الكلية الممكن الارتباط بها) إلى ١٥٪ أو أقل ولا تظهر الأنيميا. ويشخص بقلة نسبة الهيموجلوبين دون التأثير على حجم الخلايا والأعراض طفيفة جدًا.

٣- مرحلة أنيميا مبكرة early anemia : ينخفض الهيموجلوبين إلى ١٠ - ١١ جم / ١٠٠ مل دم مع وجود تغيير في شكل وحجم كرات الدم الحمراء ونقص بسيط مستمر في حديد السيرم وعدم تشبع البروتين الناقل بالحديد.

٤- نقص الحديد مع أعراض واضحة للأنيميا Obvious anemia: يضاف إلى التغيرات السابقة إنخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم وظهور جميع أعراض الأنيميا وهى شحوب الوجه وصداع وسرعة الشعور بالتعب.

والواقع فإن الإصابة بالأنيميا هى المرحلة النهائية من نقص الحديد فى الجسم وقد أظهرت التجارب أن النقص المتوسط فى الحديد له أعراض واضحة على الفرد تنعكس على حالته الصحية من هذه الأعراض زيادة احتمال العدوى، وفقد المناعة وارتفاع معدل وفيات الأمهات الحوامل وموت الأجنة وانخفاض القدرة على العمل وانخفاض إفراز العصارة المعدية وانخفاض النشاط الإنزيمى فى الجسم، وانخفاض معدل النمو، وضعف فى العضلات، والشعور بالتعب، والدوخة والنهجان وزيادة ضربات القلب وفقد القدرة على التذكر وفى الأطفال يؤثر نقص الحديد على درجة استيعاب الأطفال وانخفاض القدرة على التركيز وزيادة الحركة والقلق.

زيادة الحديد :

قد تؤدى زيادة تركيز الحديد لظهور حالات من التسمم راجعة إلى عوامل

وراثية تؤدى إلى خطأ فى الميتابوليزم أو نتيجة لزيادة تناول الحديد لمدة طويلة ويظهر ذلك فى زيادة صبغات الجلد أو زيادة ترسيب أو تخزين الحديد فى الكبد والطحال مما يؤدى إلى تليف الكبد أو تلفه Siderosis أو لإصابة عضلة القلب أو الإصابة بمرض السكر Diabetes أو قلة إفراز البنكرياس إذا زادت كمية الحديد عن ٣٠ ملجم/ اليوم. وقد تحدث أعراض تسمم لزيادة الدخل من الحديد عن ١٠٠مجم/ اليوم ناتجة من تناول أغذية مدعمة بالحديد بكميات كبيرة. وقد ظهر فى قبائل Bantu فى جنوب إفريقيا الذين كانوا يعدون غذاءهم وشرابهم فى أوانى من الحديد (Ensminger وآخرون ١٩٩٥). ويلاحظ أن زيادة الحديد تكون مع الفوسفور مركب معقد غير قابل للذوبان فى الماء مما يؤدى إلى نقص الفوسفور.

الاحتياجات :

الكمية الموصى بها حسب RDA (١٩٨٩) تظهر فى جدول (٨-١٨).

جدول (٨-١٨) الكميات الموصى بها من الحديد / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	حديد ملجم/ اليوم/ الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٦
	٠,٥ - ١,٠	١٠
أطفال	١ - ١٠	١٠
ذكور	١٤ - ١٨	١٢
	١٩ - ٥١ +	١٠
إناث	١٤ - ٥٠	١٥
	٥١ +	١٠
حمل		+ ٣
رضاعة		+ ٣

وكما يلاحظ فإن الاحتياج للحديد يزداد فى فترات النمو السريع (المراهقة) وللسيدات أثناء الحيض والنزيف. وعمومًا فى جميع حالات فقد كميات من الدم وفترة الحمل.

مصادر الحديد:

يعتبر الكبد واللحوم وصفار البيض والبقول الجافة والفواكه المجففة

والخضروات الورقية والحبوب الكامل والمولاس والعسل الأسود من الأغذية الغنية بالحديد. أما اللبن ومنتجاته فهى مصادر فقيرة فى الحديد (جدول ٨-١٩) ولابد من توفر كميات تزيد عن ٢٥ مجم من فيتامين ج حتى يمكن الإستفادة من الحديد من المصادر النباتية.

ويوجد الحديد فى لبن الأم فى صورة سهلة الامتصاص حيث يمتص الرضيع منه حوالى ٥٠٪ وهذه النسبة تعتبر من أكبر معدلات الامتصاص للحديد فقط وعادة يكفى لبن الأم لتغطية احتياجات الجنين من الحديد لمدة ٦ أشهر فقط حتى يستنفذ الحديد المخزن فى جسمه ويتحتم بعد ذلك إعطاء الطفل مصدرًا غنيًا بالحديد مثل صفار البيض أو الحبوب المدعمة.

جدول (٨-١٩) محتوى بعض الأغذية من الحديد

أغذية حيوانية	مليجرام / ١٠٠جم	أغذية نباتية	مليجرام/ ١٠٠جم
الكبد	٨,٢	خبيزة	١٢,٧
كلى	٦,٠	جرجير	٩,٥
قلب	٤,٥	نعناع	٨,٠
مخ	٣,٢	فاصوليا جافة	٧,٦
لحم ضان	٣,٢	ملوخية	٥,٦
بيض	٢,٧	بقدونس	٥,١
لحم بقرى	٢,٥	تين مجفف	٣,٠
لحم أرانب	١,٦	زبيب	٢,٨
لحم دجاج	١,٥	بلح مجفف	٢,١
سمك	١,١	خرشوف	١,٠
لبن جاموسى	٠,٢	شمام	١,٢
زبادى	٠,١	عنب	٠,٩
		جوافة	٠,٧

٣ - الزنك (الخارصين)
ZINK

عرفت أهمية الزنك وضروريته لنمو الحيوان سنة ١٩٣٤ فقط. ومع تقدم طرق تقدير الزنك تم عزله سنة ١٩٤٠ من إنزيم كربونيك انهيدريز Carbonic Anhydrase كما وجد الزنك فى كثير من الإنزيمات التى تدخل فى ميتابوليزم البروتين والكربوهيدرات وكذا قد يكون فى التركيب البلورى للإنسولين. وفى عام ١٩٦١ تأكد ضرورة الزنك للإنسان. وفى عام ١٩٧٤ تم التعرف على الدور الحيوى الذى يقوم به الزنك فى تغذية الإنسان ومع تقدم طرق التقدير الكيماوى تمكن تقدير محتوى الأغذية من العنصر وبالتالى تم تحديد الاحتياجات اليومية من الزنك.

توزيع الزنك فى جسم الإنسان Distribution :

يعتبر الزنك أكثر معادن الآثار كمية فى جسم الإنسان بعد الحديد حيث يتراوح كميته من ١,٤ إلى ٢,٣ جم يوجد ٧٠٪ من زنك الجسم (حوالى ١ جم) فى الهيكل العظمى حيث يصل مستواه إلى ٠,٢ مليجرام/جرام. ويوجد بنسب عالية فى الجلد (٢٠٪ من الزنك) والشعر والكبد والخصيتين Testes وهى أكثر الأجزاء التى تتأثر بنقص الزنك.

ومعظم الزنك فى الدم يوجد فى خلايا الدم الحمراء (من ٧٥٪ - ٨٥٪ من زنك الدم) بينما يوجد ٣٪ من زنك الدم فى الكرات الدموية البيضاء والصفائح الدموية Platelets والباقى يوجد فى سيرم الدم. ويرتبط حوالى ثلث زنك الموجود فى سيرم الدم فى ارتباطًا قويًا ببروتين Macroglobulin بينما يرتبط الجزء الباقى ارتباطًا خفيفًا ببروتين الالبيومين Albumin ما عدا جزء بسيط جدًا يرتبط مع الأحماض الأمينية هستدين Histidine والسستين Cysteine وعادة يبقى مستوى الزنك فى سيرم الدم بين ٧٠ إلى ١٢٥ ميكروجرام/١٠٠مل فى الإنسان طول حياته وينخفض فى حالات الأنيميا الخبيثة Pernicious anemia وزيادة إفراز الغدة الدرقية hyperthryrodism وأثناء فترة الحمل وفى السيدات اللاتى يتناولن حبوب منع الحمل.

وظائف الزنك Function :

يلعب الزنك دورًا هامًا فى امتصاص وفعل الفيتامينات خاصة مجموعة B المركبة ويدخل فى تركيب حوالى ٢٥ إنزيم يعملون فى الميتابوليزم عامة والهضم خاصة منهم إنزيم كربونيك انهيدراز Carbonic anhydarse اللازم لتنفس الأنسجة ويوجد فى كرات الدم الحمراء ويعمل على التخلص من CO_2 بالسرعة المناسبة للمحافظة على الحياة.

$$CO_2 + H_2O \xleftarrow{\text{Enzyme}} H_2CO_3$$

كما أن الزنك مهم لعمل الإنسولين Insulin. ويلعب دورًا هامًا فى هضم المواد الكبوهيدارتية وميتابوليزم الفوسفور وبناء الأحماض النووية DNA, RNA التى تتحكم فى بناء البروتينات المختلفة ولها دخل فى نقل الصفات الوراثية كما أنه ضرورى للنمو والتطور، كذلك لنضج الأعضاء التناسلية وكذلك يساعد غدة البروستاتا للقيام بوظائفها، وله أهمية فى التئام الجروح والحروق وهو مهم للتكلس الطبيعى للعظام، وللشعر فيكسبه لمعانًا، وهو مهم لبناء الأظافر ولتخليق البروتين والأحماض النووية. وله دور فى الإحساس بالتذوق Taste acuity ووجوده مهم بجانب أنه ضرورى للمحافظة على مستوى فيتامين A فى الدم حيث يسهل انطلاقه من أماكن تخزينه فى الكبد.

الامتصاص والتخزين :.

يمتص الزنك بسهولة من الجزء العلوى من الأمعاء الدقيقة، ويتوقف معدل الامتصاص على كميته والصورة الموجود بها الزنك فى الوجبة وكذلك على وجود مواد تعيق من امتصاص الزنك مثل حمض الفيتيك Phytic acid، الكاديوم ومركبات أخرى لها القدرة على ربط المعادن chelating أو زيادة تناول الكالسيوم والنحاس. عادة تتفاوت كفاءة الامتصاص بين ١٠-٤٠٪. وتزداد الكفاءة عندما يكون مصدر الزنك مصدر حيوانى أو عند زيادة الكمية المتناولة أو عند انخفاض مستوى الزنك فى الدم. وأثناء الحمل والرضاعة لزيادة حاجة الجسم له. ويتساوى امتصاص الزنك فى صورة كربونات أو سلفات أو أكسيد.

يخزن الزنك أساسًا فى الكبد أولاً ثم البنكرياس والكلى والعضلات الإرادية

Voluntary muscles وأيضًـا العظـام بنسـبة كـبيرة ولكـن لا يمكـن سـحبه لعمليـات الميتابوليزم ويوجد بوفرة فى النسيج المكون لخلايا لانجرهانز Langerhans حتـى يمكـن إفراز هرمون الإنسولين. وتحتوى خلايـا لانجرهـايز علـى ١٠٠-١٠٠٠ ميكروجـرام زنك/ جم من النسيج الرطب.

كذلك يخزن الزنك بكميات أقل فى العين وغدد البروسـتاتا والسـيرم والجلـد والشعر والأظافر. ودورة الزنك turn over قصيرة حيث تظهر أعراض النقص سـريعًا فى الحيوان.

ويفرز الزنك فى القناة الهضمية خلال إفرازات الأمعاء والعصارة البنكرياسـية Pancreatic juice جزء منه يعاد امتصاصه إلى بلازما الـدم حيـث يوجـد مرتبطًـا مـع بروتينات الدم. والكمية المرتبطة مع الألبيومين ضعف الكمية المرتبطة مـع الجلوبيولـين لكن الأخيرة تكون شدة الارتباط أكثر.

يفقد الزنـك خـارج الجسـم أساسًـا مـع الـبراز (١٥مجـم/ اليـوم) ومـع إفـراز البنكرياس والصفراء والأمعاء وكميات قليلـة مـع البـول (٠,٣-٧ مجـم/ اليـوم) ومـع العرق (١-٢ مجم/ اليوم).

نقص الزنك :

ترجع أسباب ظهور حالات نقص الزنك إلى:

١- وجود عوامل تساعد على إعاقة امتصـاص الزنـك مثـل تنـاول خـبز غـير متخمـر يحتوى على نسبة عالية من الفيتات أو فى حالة آكلى التراب **geophagia**.

٢- زيـادة الفقـد فـى الزنـك مـن الجسـم مثـل حـالات الـنزيف المزمـن والإصابـة بالطفيليات.

٣- تناول وجبات غير متوازنة وخاصة إذا انخفض نسبة البروتين الحيوانى، أو مصاحبًا لبعض الأمراض.

أسـباب النقـص عمومًـا هـى انخفـاض معـدل الامتصـاص - زيـادة الفقـد - انخفاض دخل البروتينات و لم يلاحظ حالات نقص الزنك فى البلاد ذات الجو البـارد. ولكن وجد أنها قد تصاحب بعض الأمراض حيث لوحظ مستوى الزنـك فـى بلازمـا الدم مثل التهاب وتليـف الكبـد وخاصـة فـى حالـة مدمنـى الخمـور ومـرض ولسـون

(Wilson's disease) (خلل وراثى فى ميتابوليزم النحاس) والإصابة بالقرحة وهبوط القلب وأمراض الكلى، وبعض الأمراض العصبية والسيكولوجية، وأمراض سوء الامتصاص.

وقد ظهرت حالات نقص الزنك فى الشرق الوسط وخاصة فى مصر العراق وإيران ويعزى له تأخر النمو وتأخر النضج الجنسى وضمور الخصية فى الأطفال من سن ١٢–١٨ سنة والمصابين بسوء تغذية. وقد صاحب ذلك انخفاض فى مستوى الزنك فى الدم والبراز والبول أيضًا.

وقد وجد أن ذلك راجع أساسًا لانخفاض مستوى الوجبة الغذائية كمًا ونوعًا من جهة ومن جهة أخرى إلى ارتفاع الفيتات Phytates والألياف Fibers وكذلك الإصابة بالطفيليات. كما لوحظ فى بعض المناطق الريفية فى الوطن العربى أنهم يستهلكون خبزًا غير متخمر. فقد وجد أخيرًا أن تخمير الخبز يساعد على زيادة ذوبان الزنك وامتصاصه، كما ظهرت أعراض نقص الزنك نتيجة لوجود قبائل تأكل التراب Geophagia فى بعض بلدان آسيا.

عمومًا نقص الزنك يؤدى إلى: فقد فى الشهية وتأخير فى النمو والبلوغ والقزمية وتغيرات فى الجلد والشعر وظهور بقع فى الأظافر وعدم التئام الجروح وانخفاض القدرة على الإحساس بالتذوق – والشعور بالتعب وزيادة القابلية للإصابة بالأمراض، وتأخير فى النضج الجنسى للذكور، وبالتالى ضمور الخصيتين Hypogodabdisn والعقم. وقد يحدث تغير فى تشكيل الجنين، واضطراب سلوك المولود.

السمية :

تؤدى الزيادة إلى تأثير سام (أكثر من ٥٠ مجم) حيث يتداخل الكميات الكبيرة من الزنك مع النحاس والحديد وأى معادن آثار فى الجسم مما يؤدى إلى نقص ميتابوليزم الحديد والإصابة بالأنيميا. وتظهر فى حالة الطهى أو حفظ الأغذية لمدد طويلة فى آنية من الحديد غير المجلفن ويسبب الزيادة بالإصابة بالحمى والغثيان والإسهال كما يحدث تسمم من زيادة استنشاق كلوريد الزنك كملوث للبيئة فى الأماكن الصناعية.

ويمكن لزيادة الزنك فى الغذاء أن تعوض النقص فى امتصاصه نتيجة وجود الكالسيوم والفوسفور والنحاس بكميات كبيرة، كما أن هذه الزيادة قد تحمى من التسمم الذى قد يحدث نتيجة ارتفاع الكادميوم.

الكميات الموصى بها :

يوضح جدول (٨-٢٠) حسب RDA (١٩٨٩) :

جدول (٨-٢٠) الكميات الموصى بها من الزنك / الفرد / اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	زنك ملجم/ اليوم
رضع	صفر - ١	٥
أطفال	١-١٠	١٠
ذكور	١٤ - ٥١ +	١٥
إناث	١٤ - ٥١ +	١٢
حمل		١٥
رضاعة		١٩

المصادر الغذائية:

يوضح جدول (٨-٢١) محتوى الأغذية من الزنك ويلاحظ أن أعلى مصادر هى الرنجة والمحارات مثل أم الخلول والجندوفلى والتى تحتوى على ١٠٠مجم أو أكثر/ ١٠٠جم. يليها اللحوم واللبن والكبد والأسماك والبيض والمكسرات والبقوليات. عادة الوجبات المحتوية على بروتينات حيوانية عالية فى محتواها من الزنك. أما المحتوية على بروتينات نباتية ومرتفعة فى محتواها من المواد الكربوهيدراتية فهى تحتوى على كمية منخفضة من الزنك.

جدول (٨-٢١) بعض المصادر الغذائية للزنك

المصادر الغذائية	مجم/ ١٠٠جم	المصادر الغذائية	مجم/ ١٠٠جم
اللحوم	٣,١	الحبوب ومنتجاتها	١,٨
لحم بقرى	٥,٧	جنين القمح	١٦,٧
لحم ضان	٥,٣	حبوب كاملة	٣,٦
دواجن	٢,٩	خبز شعير	١,٣
البيض	٢,١	خبز، بيض	٠,٥
الأسماك	١,٧٥	الخضروات	١,١
المحارات	١٤٨,٧	فاصوليا خضراء	٤,٢
الكابوريا	٧,٩	لوبيا	٣,٥
التونا	١,٧	اسبرجس	١,٠
الجمبرى	١,٥	بطاطس	٠,٩
منتجات الألبان	٠,٨٦	بسله	٠,٧
لبن جاف منزوع الدسم	٣,٥١	سبانخ	٠,٢
لبن مجنس	٠,٠١ - ٠,٠٥	كرنب	٠,٢
دهون وزيوت	٠,٨٤	المكسرات	٣,٤

٣ـ اليــود
Iodine

يعتبر أول العناصر الغذائية التى عرفت أهميتها بالنسبة للإنسان منذ ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد كما سبق.

اكتشف اليود بواسطة Courtols سنة ١٨١١ الذى كان يعمل فى باريس مع نابليون لكى يمد الجيش بالمفرقعات، وقد اكتشف هذا العنصر عندما كان يستعمل بعض الأعشاب البحرية لاستخراج بعض المواد الكيماوية بها. وقد اكتشف وجوده فى جسم الحيوان سنة ١٨١٩، وفى سنة ١٩٢٠ نجح أحد الأطباء فى إيطاليا فى معالجة مرض الجويتر Goiter بواسطة اليود، وبعد اكتشاف اليود فى الجسم توالت الدراسات على اليود وأماكن وجوده الجغرافية، وفى سنة ١٨٩٥ اكتشف العلماء

وجود اليود فيالغدة الدرقية، وعزل هرمون من الغدة الدرقية سنة ١٩١٤ بواسطة Kendal الأمريكى وسمى الثيتروكسين وقد نال جائزة نوبل. وعرف التركيب الكيميائى لهذا الهرمون ١٩٢٦، ثم حضر معمليًا سنة ١٩٢٧، ثم عرف وجود هرمون آخر من إفراز الغدة الدرقية سنة ١٩٥٢ ويسمى تيروسين ثلاثى اليود Tri-Iodo-Thyronine واشتق اسمه من الكلمة اليونانية iodes معناها اللون البنفسجى وهى لون أبخرته.

توزيع اليود فى جسم الإنسان Distribution :

يحتوى اليود فى جسم الإنسان البالغ على كمية ضئيلة من عنصر اليود تشكل حوالى ٠,٠٠٠٠٤٪ من وزن الجسم (٢٥ ملجم) منها ١٠ ملجم موجودة فى الغدة الدرقية Thyroid gland يوجد اليود فى الواقع منتشرًا فى جميع أنسجة الجسم وإفرازته، ويلى الغدة الدرقية من حيث محتواها من اليود المبيضين والعضلات والدم.

وظائف اليود Function :

يدخل اليود أساسًا فى بناء هرمون الثيروكسين الذى تفرزه الغدة الدرقية والهيكل الكربونى لهذا الهرمون متعلق بالحامض الأمينى تيروسين، وبه أربع ذرات من اليود ومعظم اليود الموجود فى الجسم مصدره الغذاء وبنسبة أقل من الماء وقد يدخل جسم الإنسان اليود عن طريق التنفس فى الأماكن المجاورة للبحر، ولكن نسبة اليود عن هذا الطريق تكون قليلة، وتتوقف على مدى تشبيع الهواء باليود.

ويقوم هذا الهرمون أساسًا بتنظيم سرعة عمليات الأكسدة فى خلايا الجسم، فزيادة هذا الهرمون تؤدى إلى إسراع عمليات ميتابوليزم الطاقة، كما أن هذا الهرمون لازم لتنظيم النمو، ونضج الخلايا بصورة طبيعية، وتوازن الماء، ونشاط كل من الجهاز العصبى والدورى والتناسلى ونشاط العضلات، وتساعد على امتصاص الكربوهيدرات من الأمعاء كما أن إفرازات الغدة الدرقية لها دور فى صيانة الأنسجة الضامة وتخليق البروتينات عن طريق Ribosomes وتحويل الكاروتين Carotene إلى فيتامين A، ويؤثر على النمو العقلى وتطور الكلام فى الأطفال وعلى الحالة الصحية للشعر والأظافر والجلد والأسنان... كما يتأثر مستوى كولسترول الدم بالهرمون فيزداد عن المتوسط فى حالة نقص نشاط الغدة، وهو مهم لميتابوليزم كل العناصر الغذائية.

الامتصاص والميتابوليزم Absorption and metabolism :

يمتص اليود من الأمعاء الدقيقة بسرعة إما فى صورة غير عضوية أو مرتبطًا مع بروتين فى صورة عضوية. عادة يمتص فى صورة iodide ويظهر فى الدم بعد فترة وجيزة من امتصاصه ثم ينقل ٣٠٪ من اليود الممتص إلى الغدة الدرقية Thyroid gland حيث يتأكسد سريعًا إلى عنصر اليود Iodine ويرتبط بالحامض الأمينى تيروسين Tyrosine الذى يوجد فى مركب بروتينى-يود معقد Protein-bounding iodine (PBI) يطلق عليه Thyroglobulin وهو ذو وزن جزئى مرتفع (٦٧٠٠٠) ويحتوى على ١٢٠ جزئ من التيروسين Tyrosine يرتبط اليود الممتص بحوالى ثلثى هذه الكمية لتكوين مركبات أيودية مثل :

Monoiodotyrosine (MIT), Diiodotyrosine (DIT), Triiodotyrosine (T_3), (Thyronine), Tetraiodo tyrosine (Thyroxine, T_4).

ويوضح شكل (٨-٧) التركيب الكيماوى للمركبات الأيودية التى توجد فى الغدة الدرقية ويعتبر T_4، T_3 هى الصورة النشطة للهرمون.

Tyrosine

I^+

3-Monoiodotyrosine (MIT) 3,5-Diiodotyrosine (DIT)

3,5,3'- Triiodotyrosine (T_3) 3,5,3',5'-tetraiodothyronine (T_4) (Thyroxine)

شكل (٨ – ٧) التركيب الكيماوى للمركبات الأيودية

يخزن المركب البروتينى Thyroglobulin فى الغدة وينطلق هرمونات T_4، T_3 إلى مجرى الدم عند الحاجة لهم بفعل إنزيمات محللة للبروتينات التى تنشط بفعل هرمون من الغدة النخامية Pituitary gland منشط للغدة الدرقية Thyroid-stimulating hormone (T S H) يسمى Thyrotrophin ويعتبر هرمون (Tri-iodo tyrosine (T_3 هو الصورة الأكثر نشاطًا من هرمون Thyroxine (T_4) ولكن يوجد فى الدم بكميات أقل فتصل نسبة T_3 : T_4 فى الدم إلى ١ : ٤ وهناك نتائج تؤكد تحول هرمون (Thyroxine (T_4 إلى (T_3) (Thyronine) عند دخوله الخلية وتحوله إلى صورة الأكثر نشاطًا.

ويتحكم فى انطلاق هرمون (Thyroxine (T_4 فى الدم هرمون (T S H) كما سبق القول بنظام التغذية الإرجاعية Feedback mechanism حيث يتأثر بمستوى هرمون (T S H) الغدة الدرقية لزيادة تخليق وانطلاق المركبات الأيودية وبالتالى يسبب تضخم فى الغدة الدرقية ويطلق على هذه الحالة المرضية Simple goiter.

ويعاد امتصاص جزء من اليود الناتج من انحلال هرمون التيروكسين (T_4) لاستعماله ثانيًا مع اليود الممتص، ويخرج معظم اليود من الجسم عن طريق البول فى مدة قصيرة بعد امتصاصه (١٢ ساعة) ويفرز جزء لا يتعدى ٢٪ من اليود المتناول وغير الممتص عن طريق البراز، وجزء ضئيل جدًا مع العرق.

ويتحكم عمل الغدة الدرقية وإفراز الثيروكسين وميتابوليزم اليود عدة عوامل أهمها:

١- الغدة النخامية: يؤثر هرمون الثيروتروبين Thyrotrophin الذى تفرزه الغدة النخامية على نمو ميتابوليزم الغدة الدرقية. فتفرز هرمون الثيروكسين الذى يقلل بدوره من إفراز هرمون الثيروتروبين.

٢- ينظم الهيبوثالاميس Hypothalmus إفراز الثيروكسين فتلف أجزاء معينة فى الهيبوثالاميس يؤدى إلى خفض إفراز الغدة النخامية لهرمون الثيروتروبين.

٣- يؤثر اليود نفسه على إفراز الهرمون: فيقل الإفراز عندما تصل نسبة اليود فى السيرم لحوالى ٢٥ ميكرجرام/ ١٠٠مل. ولو أنه يرجح أن تركيز اليود الذى فى الغدة الدرقية هو الذى يؤثر وليس تركيز اليود فى الدم.

٤- هناك بعض المواد الكيماوية التى تستعمل لعلاج بعض الأمراض تعوق من ميتابوليزم اليود مثل الثيويوريا Thiourea والثيوراسيل Thiouracil حيث تمنع تأكسد iodide إلى iodine فى الغدة الدرقية.

٥- كذلك يحتوى الكرنب والفجل وبعض أفراد عائلة Brassice الصليبية على مواد مثبطة للهرمون Goitrogenic Substance مثل Thiooxazolidone (goitrin) والتى تعمل على إعاقة تكوين الهرمون وعادة لا تظهر علامات النقص إلا لو استمر تناوله لمدة طويلة بكميات كبيرة، ولكن يقف مفعول هذه المادة بواسطة حرارة الطهى.

نقص اليود Deficiency :

يؤدى غياب اليود إلى زيادة النشاط الإفرازى للغدة الدرقية بغرض تعويض النقص مما يؤدى إلى تضخم الغدة (شكل ٨-٨) وتصبح صلبة لا تفرز الهرمونات المميزة بها. هذه الحالة يطلق عليها Simple Goiter ويؤدى انخفاض معدل إفراز الغدة الدرقية إلى انخفاض الميتابوليزم القاعدى وانخفاض معدل الدورة الدموية. وتقل سرعة النبض والتنفس وانخفاض حرارة الفرد وينخفض المستوى الصحى العام للمريض. وقد يظهر مرض الجويتر بصورة متوطنة Simple Endemic فى جهات معينة نتيجة لنقص اليود فى كل من التربة والمياه والنباتات فيها مثل - مناطق الهملايا والألب ومنطقة البحيرات العظمى ومناطق الواحات بجمهورية مصر العربية.

كذلك تؤدى انخفاض معدل إفراز الغدة إلى زيادة تراكم وتغلظ الأنسجة الضامة تحت الجلد مما يعطى للجلد مظهرًا أخشن وتسبب زيادة وزن الجسم وجفاف الجلد وعدم القدرة على تحمل البرد وتغير فى الصوت.



شكل (٨-٨) تضخم الغدة الدرقية

أما إذا حدث نقص اليود فى الأطفال فتنشأ حالة **Cretinism** وهو مرض ينتج عنه تشوه خلقى حيث يتوقف النمو البدنى والعقلى كلية ويصبح المريض فى حالة أقرب إلى البلاهة ويتضخم أجزاء الوجه ويجف الجلد ويزيد سمكه وتظهر تجاعيد عميقة ويتضخم اللسان والشفاة. وعادة تظهر هذه الحالات لأطفال ولدوا من أمهات عندهن نقص فى اليود فى مرحلة النمو والمراهقة وفترة الحمل. ويظهر فى الأطفال بعد فترة من الميلاد يمكن علاجها فى المراحل الأولى. وتكثر حالات نقص اليود أثناء فترات النمو والمراهقة وبين السيدات أثناء الحمل، ويظهر فى البالغين مرض مشابه نتيجة نقص اليود يسمى **myxedema**.

السمية:

لا توجد أعراض مرضية لزيادة اليود فى الجسم ولو أنه لابد من الاحتراس عند تناول أدوية تحتوى على كميات كبيرة من اليود حيث تؤدى إلى الخلل فى النظام الهرمونى فى الجسم ولكن زيادة تركيز هرمون الثيروكسين (T_4) فى الجسم نتيجة لزيادة نشاط الغدة الدرقية تنتج حالة مرضية، ويتميز بتضاعف معدل الميتابوليزم القاعدى وزيادة معدل ضربات القلب وزيادة الحالة الانفعالية والعصبية للفرد وفقد للشهية ورعشة الأيدى وإذا صاحب هذه الحالة حدوث تضخم فى الغدة تؤدى إلى ضغط على إنسان العين وبروزه للخارج. ويؤدى زيادة معدل الميتابوليزم إلى زيادة إجهاد الجهاز الدورى.

الاحتياجات:

تظهر الكميات الموصى بها من اليود فى جدول (٨-٢٢) حسب RDA (١٩٨٩).

جدول (٨-٢٢) الكميات الموصى بها من اليود (ميكروجرام / اليوم / الفرد)

الفئة	العمر بالسنوات	اليود ملجم/ اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	٤٠
	٠,٥ - ١,٠	٥٠
أطفال	١-٣	٦٠
	٤-٦	٩٠
	٧-١٠	١٢٠
ذكور	١١ - ٥١ +	١٥٠
إناث	١١ - ٥١ +	١٥٠
حمل		١٧٥
رضاعة		٢٠٠

المصادر الغذائية:

يوجد اليود فى الأغذية بكميات بسيطة، وتختلف هذه الكميات باختلاف التربة والسماد وماء الرى وتحتوى الأجزاء الورقية والزهرية فى النباتات على اليود أكثر من الجذور (جدول ٨-٢٣).

وتعتبر الأسماك من أحسن المصادر لليود ولكن أغناها أسماك البحار المالحة والقشريات وتليها الأسماك التى تعيش فى كل من المياه المالحة والعذبة، ثم أسماك المياه العذبة.

ويضاف اليود إلى ملح الطعام بنسبة ٠,٠١٪ وفى صورة يوديد البوتاسيوم حيث وجد أن استخدامه فى الغذاء يمنع ويعالج حالات الجويتر المتوطنة.

جدول (٨-٢٣) بعض المصادر الغذائية لليود

الغذاء		ميكروجرام/ ١٠٠جم على أساس وزن رطب	الغذاء		ميكروجرام/ ١٠٠جم على أساس وزن رطب
لبن ومنتجاته	لبن	٢٥	الحبوب	أرز	٢٢
	جبنة	٥١	ومنتجاتها	ذرة	٢٧
البيض	زبد	٥٦		قمح	٣٧
اللحوم	بيض	٩٣		عيش	٥٨
	لحم ضان	٢٧	الخضروات	البصل	٢٢
	لحم بقرى	٢٨		الخيار	٢٥
أسماك مياه	سردين	٥٨٤		الخس	٢٦
مالحة	سمك	٢١٨٠-٧٤٢		الجذر	٣٨
				البطاطس	٤٠
أسماك مياه عذبة	رنجة	٥٢٠		الكرنب	٥٢
ومالحة	سمك	٣٢٠		السبانخ	٢٠١
	الموز	٣٤١		الطماطم	١٧
	سمك	٤٠-٢٠	البقول	البسلة	٢٣
	زيت السمك	٣٠٠		الفول	٣٦
القشريات	الجمبرى	١٣٠٠	الفواكهة	الكمثرى	١٠
	الكابوريا	٣٠٨			

ويلاحظ أن ما يتناوله الفرد من اليود يتوقف على مدى وجود اليود فى غذائه، وهذا يتوقف على محتوى التربة من اليود، ومحتوى غذاء الحيوان، واستخدام الملح المضاف له اليود.

٤ ـ المنجنيز
Manganese

عرف المنجنيز ١٧٧٤ بواسطة العالم الدنمركى Scheele. وأعطى الاسم خطأ منجنيز وهو مستمد من الكلمة اللاتينية magnesia وهو صورة من الأحجار المغناطيسية، وحوالى ٩٥٪ من إنتاج العالم يستخدم فى صناعة الصلب. وفى عام ١٩٣١ عرف أنه مهم لنمو الفيران والدواجن وغيره من الحيوانات، وهو بلاشك عنصر أساسى للإنسان.

يعتبر المنجنيز من معادن الآثار الضرورية للجسم ولو أنه لم يظهر له أعراض نقص فى الإنسان. وترجع أهميته إلى ضرورة تواجده لإتمام الكثير من التفاعلات الحيوية الهامة فى الجسم. ويوجد فى جسم الإنسان حوالى ١٢-٢٠ ملليجرام، ومعظمه موجود فى العظام والغدة النخامية والكبد والعضلات والرئة والأنسجة الضامة كما يوجد نسبة من المنجنيز فى نواة وسيتوبلازم الخلية، وسرعة تجدد المنجنيز فى الميتوكوندريا سريع ولكنه بطئ فى النواه.

وظائف المنجنيز:

يدخل المنجنيز فى تركيب وتنشيط كثير من الإنزيمات التى تلعب دورًا هامًا فى ميتابوليزم البروتينات مثل **arginase** وهو الإنزيم اللازم لتكوين اليوريا **urea** وميتابوليزم الطاقة مثل **Phosphotrans Ferases** والإنزيمات اللازمة لتكوين الأحماض النووية وبناء السكريات العديدة البروتينية **Mucopolysaccharides** وتلعب دورًا فى إنتاج الكربوهيدرات والأحماض الدهنية والكولسترول، وهو ضرورى لبناء العظام ونمو وتطور الغضاريف وإنتاج الهرمونات الجنسية وإنتاج اللبن والمساعدة على تغذية الأعصاب والمخ. علاوة على ذلك فهو مهم لتجلط الدم وفى مفعول الإنسولين، كما توجد علاقات بينه وبين النحاس والزنك والحديد فى بعض أنظمة الإنزيمات.

الامتصاص والميتابوليزم:

يمتص المنجنيز بصعوبة (٤٥٪) من الأمعاء الدقيقة، حيث يتحد مع بروتين الجلوبيولين **globulin** مكونًا مركب **Transmanganin** حيث ينتقل فى البلازما، وتركيزه فى البلازما ٢,٥ ميكروجرام/ ١٠٠ مل موزعة بالتساوى بين الخلايا والبلازما، حيث يوجد فى العظام والعضلات والكبد والجلد، ويفرز المنجنيز عن طريق القناة الهضمية خلال الصفراء وإفرازات البنكرياس للخارج ويعاد امتصاص جزء كبير وجزء بسيط يخرج عن طريق البول.

ويزداد معدل الامتصاص فى حالات نقص الحديد بينما زيادة الكالسيوم والفوسفور المتناول يقلل من امتصاصه.

نقص المنجنيز:

نقص المنجنيز فى الإنسان نادر الحدوث. عمومًا يظهر النقص فى صورة

انخفاض القدرة على التكاثر - وتأخر النمو وأحيانًا يحدث شلل بطيء، وقد يحدث تغيرات خلقية وعدم انتظام الحركة (Ataxia) كما يؤدى النقص إلى تكوين غير طبيعى للعظام والغضاريف وتشنجات وصمم وعمى فى الأطفال وفقد القدرة على التخلص من السكريات. والنقص الذى ثبت فى الإنسان هو المتعلق بنقص فيتامين K حيث إن إضافة الفيتامين لم تصحح من التجلط غير الطبيعى للدم إلا مع إضافة المنجنيز. كما أظهرت تحليلات الدم والشعر فى الإنسان أن نقص المنجنيز يزيد من اضطرابات النمو وفى ميتابوليزم الكربوهيدرات شبيهًا بحدوث مرض السكر، ويغير فى ميتابوليزم الأحماض الدهنية والكولين والكولسترول. كما ظهر أن حدوث التشجنات فى الأطفال كانت مصحوبة بنقص المنجنيز فى الدم.

السمية:

زيادة تناول المنجنيز عن ١٠مجم/ اليوم تسبب حالات من التسمم أعراضها فقدان الشهية والصداع واضطراب فى الكلام واضطراب فى عضلات الحركة (المشى). وزيادة المتناول من البروتين اليومى يقى الفرد من أعراض التسمم بالمنجنيز وعادة تظهر حالات التسمم فى عمال المناجم نتيجة لاستنشاقهم كميات كبيرة من المنجنيز وترسيبها فى الرئتين. كما يترسب فى الكبد والجهاز العصبى المركزى.

الكميات المقررة اليومية:

لا توجد توصية معينة بالنسبة لتحديد الاحتياجات اليومية. وعادة تحوى الوجبات العادية حوالى من ٢-٩ مجم/ اليوم، وهذه تغطى احتياجات الفرد البالغ ونظرًا للتأثير السام لكميات الزيادة من المنجنيز بفضل عدم زيادة الكمية المتناوله عن ٥-٢٥ مجم. وينصح بتناول وجبات متزنة فى محتواها من العناصر كمًا ونوعًا حتى لا يزيد المتناول منه عن الحد المناسب. ويعرض جدول (٨-٢٤) الكميات الموصى بها حسب RDA (١٩٨٩).

جدول (٨-٢٤) الكميات الموصى بها من المنجنيز / اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	منجنيز ملجم / اليوم / الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٠,٣ - ٠,٦
	٠,٥ - ١	٠,٦ - ١,٠
أطفال ومراهقون	١ - ٣	١,٠ - ١,٥
	٤ - ٦	١,٥ - ٢,٠
	٧ - ١٠	٢,٠ - ٣,٠
	١١+	٢,٠ - ٥,٠
البالغون		٢,٠ - ٥,٠

المصادر الغذائية:

تعتبر الحبوب الكاملة وجنين القمح ومح البيض والخضروات الورقية والبقول الجافة من الأغذية الغنية بالمنجنيز باقى الخضروات والفاكهة تحتوى على كميات متوسطة بينما منتجات الألبان واللحوم واللبن منخفضة فى محتواها للمنجنيز (جدول ٨-٢٥)

جدول (٨-٢٥) بعض المصادر الغذائية للمنجنيز ملجم / ١٠٠ جم

الغذاء	المنجنيز ملجم/١٠٠ جم	الغذاء	المنجنيز ملجم/١٠٠ جم
الأرز المبيض	١٧,١	البطاطس	١,٠
الجنزبيل	١٧,٨	التوت	١,٠
عين الجمل	١٥,٢	السبانخ	٠,٨
جنين القمح	١٣,٣	البنجر	٠,٧
ردة القمح	١١,٠	الذرة	٠,٥
الأرز قبل التبييض	٩,٦	الموز	٠,٥
العسل الأسود	٤,٣	الجزر	٠,٤
حبوب القمح الكامل	٣,٧	اللفت	٠,٤
دقيق فول الصويا	٣,٢	الكريز	٠,٤
فول الصويا	٣,٠	الفاصوليا الخضراء	٠,٣
السودانى	٢,٥	التفاح	٠,٣
الفول	٢,١	الخبز	٠,٣
الذرة الرفيعة	١,٦	البطاطا	٠,٣
الخميرة	١,٣	الكرنب	٠,٣
دقيق القمح	١,٠	الفراولة	٠,٣
الخس	١,٠	الكبد	٠,٢

٥ ـ النحاس
COPPER

يرجع اكتشافه إلى أكثر من ٨٠٠٠ قبل الميلاد. وقد سميت الفترة من ١٠٠٠- ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد بالعصر البرونزى وهو سبيكة من النحاس والقصدير التى كونت وابتدأ استخدامها منذ ذلك الزمن. وتعتبر جزيرة قبرص Cyprus هى المصدر الرئيسى للنحاس لدول حوض البحر المتوسط، ولذا يسمى cyprian metal. وكلمة copper وأيضًا الرمز الكيمائى Cu مشتق من cuprum وهو الاسم الرومانى لمصطلح cyprian metal.

وقد قامت العديد من الدراسات فى جامعة Wisconsin الأمريكية منذ ١٩٢٥ - ١٩٢٨ تحت إشراف Hart الذى اكتشف أن النحاس ضرورى مع الحديد لتكوين الهيموجلوبين.

اكتشفت أهمية النحاس فى التغذية سنة ١٩٢٨ أثناء سلسلة التجارب التى كانت تجرى على الفيران والأرانب، وقد كانت نتيجة تغذيتها على اللبن أنها أصيبت بأنيميا و لم يمكن علاجها بالحديد، وأمكن علاجها فقط بواسطة أغذية محتوية على رماد نحاس ومنذ ذلك الحين عرف أهمية النحاس ولكن صعب تحديد دوره بالضبط لتداخله مع عناصر آثار أخرى مثل الزنك والموليبدنم. وكان العالم Josephs (١٩٣١) هو الذى توصل أن النحاس أقدر على علاج أنيميا الرضع التى تصيبهم أثناء الرضاعة الطبيعية على اللبن فقط.

وجوده فى الجسم:

يحتوى جسم الإنسان البالغ على ١٠٠ - ١٥٠ ملجم نحاس تتركز حوالى ٥٠٪ من هذه الكمية فى العظام والعضلات و١٠٪ توجد فى الكبد ويعتبر أكثر أعضاء الجسم محتوية على نحاس يليه المخ والقلب والكلى على التوالى.

ويصل محتوى النحاس فى كبد الجنين إلى حوالى ٥-١٠ مرات مثل محتواه فى كبد الشخص البالغ. هذه الكمية الزيادة تغطى احتياجات الطفل حديث الولادة من النحاس فى الفترة التى يتغذى فيها على اللبن فقط حيث أن اللبن يحتوى على نسبة ضئيلة من النحاس، وتنخفض تدريجيًا إلى أن تصل لمستوى الشخص البالغ فى عمر ثلاث شهور.

وظائف النحاس Function :

النحاس عنصر غذائى هام يدخل فى عملية الأكسدة وغيرها من العمليات الهامة التى تتم فى الخلية فهو يساعد فى تكوين الهيموجلوبين وكرات الدم الحمراء حيث أنه يسهل من امتصاص الحديد ويدخل النحاس فى تركيب كثير من الإنزيمات التى تحلل أو تبنى أنسجة الجسم مثل الإنزيمات المؤكسدة Oxidases (أوكسيديز حمض الاسكوربيك والسيتوكروم أكسيديز). والإنزيمات اللازمة لميتابوليزم الطاقة واستخدامها المختلفة، وأيضًا الإنزيمات اللازمة لميتابوليزم الحديد طبيعيًا.

ويساعد على تحويل الحمض الأمينى التيروسين Tyrosine إلى Melanin pigment وهى صبغة داكنة اللون مسئولة عن لون الشعر والجلد حيث يدخل فى تركيب إنزيم Tyrosinase ويدخل النحاس فى ميتابوليزم البروتين وفى عمليات الالتئام السليم للعظام بجانب ضرورة النحاس لبناء الفسفوليبيدات التى تلزم لتكوين الأغلفة الواقية الميلينية Myelin التى تحيط بالألياف العصبية. ويساعد النحاس الجسم على أكسدة فيتامين C ليكون الإيلاستين elastin وهو من المكونات الأساسية للأنسجة الضامة والألياف العضلية المرنة الموجودة فى الأورطى والأوعية الدموية، وكل الألياف الموجودة كل أنحاء الجسم. والنحاس ضرورى للتكوين السليم للعظام والمحافظة عليها ولتكوين RNA. كما أن النحاس لازم لبناء وعمل خلايا المخ والحبل الشوكى.

امتصاص وميتابوليزم النحاس:

نسبة امتصاص النحاس منخفضة لا تتعدى ٣٠٪ من المتناول يمتص يوميًا. ويحدث الامتصاص من المعدة أو الجزء العلوى من الأمعاء أو كليهما. ويمر النحاس من الأمعاء إلى الدم فترة قصيرة لا تتعدى ١٥ دقيقة من هضمه حيث يوجد فى صورتين:

١- نسبة بسيطة منه حوالى ٧٪ من نحاس البلازما تتحد مع البيومين الدم Albumin أو بعض الأحماض الأمينية ارتباطًا ضعيفًا وهذه النسبة هى التى يتم عن طريقها نقل وتبادل النحاس من مجرى القناة الهضمية والأنسجة وبين الأنسجة وبعضها.

٢- نسبة كبيرة منه أكثر من ٨٠٪ من نحاس البلازما تتحد مع جلوبيولين الدم مكونة مركب بروتينى معقد Ceruloplasmin (٢٥مجم/ ١٠٠مل دم) يخزن فى الكبد والذى يصعب إفرازه خارج الجسم عن طريق البول. ويظن أن هذا المركب يمنع تراكم النحاس حتى لا يصل إلى المستوى السام. كذلك يساعد على تشبيع مركب الحديد والبروتين فى الدم Transferrin بالحديد.

يبلغ مستوى النحاس فى سيرم الدم إلى ٩٠-١٥٠مجم/ ١٠٠مل ويزداد المستوى فى السيدات عن الرجال. ويتضاعف مستوى النحاس فى سيرم الدم أثناء فترة الحمل أو فى حالة تناول حبوب منع الحمل، وكذلك الأفراد المصابين بمرض

البلاجرا الناتج من نقص فيتامين النياسين niacin وفى حالات أمراض الكبد المزمنة والحادة.

وتتحكم الغدة فوق الكلية Adrenal gland فى انطلاق النحاس من الكبد إلى مجرى الدم عن طريق التأثير على معدل تكوين المركب البروتينى المعقد. جزء من نحاس السيرم يدخل نخاع العظام حيث يستخدم لتخليق مركب آخر منه يطلق عليه erythrocupreine يحتوى على ٦٠٪ من نحاس كرات الدم الحمراء ويعمل كإنزيم.

ويسحب النحاس من سيرم الدم عن طريق الكبد حيث إما يدخل المرارة ويخزن فى صورة مركب بروتينى معقد يحتوى على ٢٪ نحاس أو يستخدم لتخليق مركب سريولوبلازمين ceruloplasmin والذى يعاد إفرازه ثانيًا لمجرى الدم.

ويخزن النحاس أساسًا فى الكبد وفى نفس الوقت نفسه يعمل الكبد كمصدر للنحاس ويخرج النحاس غير الممتص عن طريق البراز. أما النحاس الممتص ٨٠٪ منه يخرج عن طريق إفرازات الصفراء وبالتالى مع البراز خارج الجسم، ١٦٪ يعاد انتشاره ثانيًا خلال القناة الهضمية لتكوين المركب البروتينى المعقد المكون من النحاس والالبيومين فى سيرم الدم والجزء الباقى (٤٪) يفرز مع البول. ويلاحظ أن ارتفاع الكادميوم والكالسيوم والحديد والرصاص والموليبدنم والزنك والفضة يقلل من الاستفادة من النحاس.

نقص النحاس Deficiency :

حالات ظهور الأنيميا نتيجة لنقص النحاس نادرة ولكن تظهر حالات نقص النحاس فى الأطفال غير الكاملى النضج "المبتسرين" بسبب إسهال مزمن. بعد ذلك يظهر أعراض الأنيميا والتى لا تستجيب للعلاج بالحديد. وعادة فإن كبد المولود يحتوى على نحاس بما يعادل من ٥-١٠ مرات من ذلك فى كبد البالغ ويستخدمها خلال السنة الأولى من العمر.

يظهر كذلك انخفاض مستوى النحاس فى دم الأطفال الذين يعانون من نقص الحديد والأنيميا نتيجة لاستمرار تغذيتهم على ألبان فقط لمدد تزيد عن ١٠ شهر ويطلق على هذه الحالة Hypocupremia. وتظهر الأعراض فى صورة ضعف عام وضيق فى التنفس وقرح جلدية كذلك قد يؤثر على لون الشعر.

كما يؤدى النقص إلى انخفاض نسبة الإلستين elastin والكولاجين Collagen فى جدر الأورطة مما يؤدى إلى خفض درجة مرونتها والتسبب فى نزيف داخلى نتيجة لانفجارها وتشويه الجهاز العظمى وتدهور الجهاز العصبى وعدم تكوين mylin وفشل الجهاز التناسلى وأضرار بالقلب والأوعية الدموية وقد يؤدى إلى ارتفاع الكولسترول وخصوصًا مع ارتفاع الزنك.

ويقل محتوى النحاس كلما تقدم العمر وقد يعكس الحالة التغذوية لبعض الفئات.

السمية Toxicity :

احتمال التسمم بالنحاس قائم طالما يوجد فى صورة أيونات غير مرتبطة، حيث يثبط فعل كثير من الإنزيمات الضرورية. و لم تظهر حالات من التسمم ناتجة من تلوث البيئة ولكن إذا زاد دخل الفرد من أملاح النحاس عن ١٠ مرات الكمية الموجودة فى الوجبة العادية يسبب غثيان وقئ والمعروف أن كبريتات النحاس تستخدم لتطهير مياه حمامات السباحة.

التسمم المزمن Chronic نادرًا ما ينتج نتيجة لتلوث المياه بالنحاس عن طريق أنابيب المياه أو أوانى الطهى. كما يحدث تسمم مزمن من النحاس نتيجة لحالة وراثية تؤدى إلى حالة مرضية يطلق عليها Wilson's disease وهو عبارة عن اضطراب وراثى ناتج من ميتابوليزم غير طبيعى للنحاس نتيجة لنقص الإنزيم اللازم لتكوين مركب Ceruloplasmin يؤدى إلى زيادة النحاس مع استمرار امتصاص النحاس من الغذاء وتخزينه فى أنسجة معينة خصوصًا الكبد. وينخفض تركيز المركب من ٢٥مجم/١٠٠مل إلى صفر-٥مجم/١٠٠مل فى سيرم الدم. إن تراكم النحاس يؤدى إلى عدم قدرة الأنسجة والخلايا على القيام بوظيفتها وخاصة فى الكبد والمخ حيث يتأثر الجهاز العصبى المركزى ويحدث تليف الكبد. وزيادة إفراز الأحماض الأمينية والفوسفات ونتيجة لترسيب النحاس فى قرنية العين تتكون حلقة خضراء، أو بنية مخلبية.

العلاج إضافة مواد تسحب المعدن من الأنسجة وتقليل النحاس من الوجبة أو تناول أحد مشتقات البنسلين يسمى penicillamine عن طريق الفم الذى يساعد

على سرعة إفراز النحاس الزائد خارج الجسم ويصاحب زيادة الدخل اليومى من النحاس إنخفاض فى مستوى الريتينول retinol فى بلازما الدم.

الاحتياجات Requirement :

يعتبر النحاس من المعادن الضرورية وإن لم يتمكن من تحديد احتياجات فعلية. فقد وجد أن النحاس منتشر بكميات معقولة فى أغذية متعددة كما أن الوجبة اليومية العادية للبالغين تحتوى على من ٢-٣ ملجم نحاس وهذه كافية لتغطية احتياجات الفرد.

ويوضح جدول (٨-٢٦) الاحتياجات الغذائية من النحاس حسب RDA (١٩٨٩) :

جدول (٨-٢٦) الاحتياجات الغذائية من النحاس / اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	النحاس ملجم / اليوم / الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٠,٤ - ٠,٦
	٠,٥ - ١	٠,٦ - ٠,٧
أطفال ومراهقون	١ - ٣	٠,٧ - ١,٠
	٤ - ٦	١,٠ - ١,٥
	٧ - ١٠	١,٠ - ٢,٠
	١١+	١,٥ - ٢,٥
البالغون		١,٥ - ٣

المصادر الغذائية Food sources :

الكبد - الحبوب الكامله ومنتجاتها، اللوز، الخضروات الورقية، البقوليات المجففة، والعنب Grapes، والمحارات Shellfish. كذلك المصادر النباتية الأخرى. بينما اللبن والخضروات تعتبر مصادر فقيرة فى النحاس (جدول ٨-٢٧).

جدول (٨-٢٧) بعض المصادر الغذائية للنحاس

أغذية محتوية على النحاس بكميات		
مرتفعة أكثر من ٨ جزء في المليون	متوسطة ٢-٨ جزء في المليون	منخفضة أقل من ٢ جزء في المليون
الكبد	الخضروات الورقية	اللبن
المحارات	البيض	الزبد
المكسرات	اللحوم	الجبن
الكاكاو	الأسماك	بعض الخضروات والفواكه
عيش الغراب	الدواجن	
الحبوب الكاملة	البسلة والفاصوليا	
الجيلاتين	العنب	

٦- الكوبلت
COBALT

ترجع أهمية الكوبلت إلى أنه يدخل في تركيب فيتامين ب١٢ (B_{12})، وينتشر الكوبلت في الطبيعة والأغذية حتى في الجو وليس من السهل حدوث حالة نقص غذائي في الإنسان.

واشتقت كلمة **cobalt** من الكلمة الألمانية **kobold** ومعناها جلوبين **globin**. وقد ظهر هذا المصطلح منذ القرن السادس عشر عندما كانت توضع بعض المعادن النفيسة المحتوية على زرنيخ وكوبلت في مناجم الفضة في جبال **Harz** وكان يعتقد العاملون في المناجم أن هذه المعادن النفيسة تحتوى على نحاس، وعندما سخنها العاملون تعرضوا للتسمم من شم أبخرة ثلاثي أكسيد الزرنيخ المنبعثة، وظنوا أن هذا مبعثه أرواح شريرة وكانوا يعتقدون أن مصدرها الجلوبين.

وفي عام ١٧٤٢ عزل **George Brandt** السويدى معدن الكوبلت وكان يستخدم لقرون عدة في تزيين الزجاج والأواني الفخارية باللون الأزرق.

اكتشف ١٩٤٨ أن فيتامين B_{12} يحتوى على كوبلت بنسبة ٤٪ واعتبر منذ ذلك الوقت أنه عنصر أساسي للإنسان.

وظائف الكوبلت Function :

بالإضافة إلى كونه يدخل فى تركيب فيتامين B_{12}. فهو يعمل على تنشيط عدد من الإنزيمات مثل الفوسفوترانسفيريز Phosphotransferases، ويدخل بطريقة غير مباشرة فى تكوين كرات الدم الحمراء حيث أنه جزء من Vitamin B_{12}.

الامتصاص والميتابوليزم Absorption and metabolism :

نسبة امتصاص الكوبلت منخفضة وتتم فى الأمعاء الدقيقة. ومعظم ما يمتص يخرج مع البول. ويخزن معظمه فى خلايا الدم الحمراء والبلازما ويخزن الباقى فى الكبد والكلى والبنكرياس والطحال. ويلاحظ أن الكوبلت المخزن لا يستفيد منه الإنسان لأنه لا يقدر أن يكون فيتامين B_{12}. ولكن بكتيريا E coli الموجودة فى قولون الإنسان يمكنها تخليق B_{12} ولكن بكمية لا تكفى حاجات الإنسان علاوة على أن امتصاصه منخفض.

تأثير النقص والزيادة :

يؤدى نقص الكوبلت إلى انخفاض معدل النمو وظهور أعراض الأنيميا الخبيثة Pernicious anemia وإذا لم يعالج النقص يؤدى إلى خلل فى الأعصاب.

زيادة الكوبلت فى الإنسان والحيوان تنشط عملية بناء كرات الدم الحمراء وتتولد حالة يزداد فيها عدد كرات الدم الحمراء فى الدم عن العدد الطبيعى ويطلق عليها Polycythemia وقد تؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية وبتقليل نسبة الكوبلت ترجع إلى حجمها الأصلى.

وعادة لا يتعرض الإنسان لزيادة الكوبلت إذا كان معتمدًا على مصادره من الغذاء والماء.

الاحتياجات Requirments :

احتياجات الإنسان من الكوبلت غير معروفة. إلا أنه وجد أن ١ ميكروجرام يوميًا يكفى للإنسان. وعادة فإن الوجبات العادية تمد الفرد فى المتوسط من ٥-٨ ميكروجرام / اليوم.

المصادر الغذائية Food sources :

اللحوم خاصة الكبد والكلى والمحارات. وينقص أو ينعدم فى الخضروات

الأرضية. وأى جدول يوضح محتوى الأغذية من الكوبلت لا يفيد لأن الإنسان لا يستخدمه فى بناء B_{12} إذ لابد أن يتناول الإنسان B_{12}، ولهذا يستفيد الإنسان من التعرف على مصادر B_{12} الغنية كما يوضحها جدول (٨-٢٨).

جدول (٨-٢٨) بعض المصادر الغنية فى فيتامين B_{12}

الغذاء	B_{12} ميكروجرام/١٠٠جم	الغذاء	B_{12} ميكروجرام/١٠٠جم
كبد البقر	١١١	المحاريات	١٥
الرخويات	٩٨	كابوريا	١٠
كلى الخروف	٦٣	سردين	١٠
كبد الديك الرومى	٤٨	جبنة موزاريللى	٨
كلى البقر	٢٥	سمك	٨
كبد الدجاج	١٩	سالمون	٧

٧ ـ الموليبدنم
Molybdenum

ابتدأ الاهتمام بالموليبدنم منذ حوالى ٦٠ سنة خلال العقد الرابع من القرن العشرين عندما عرف أهميته للنبات. ولكن تأكد أخيرًا ضروريته لتغذية الإنسان وهو يوجد فى معظم الأنسجة النباتية والحيوانية ويوجد بجسم الإنسان البالغ ٩ مجم معظمه يوجد فى الكبد والكلى والعظام وخلايا الدم.

اكتشف العالم السويسرى Scheele ١٧٧٨ أن الموليبدنم عنصر جديد. وعزله Hjelm ١٧٨٢. والاسم مشتق من الكلمة اليونانية molybdos ومعناها رصاص. وعرف أنه أساس للنبات، وفى ١٩٥٩ اكتشف أنه يوجد فى إنزيم xanthine dehydragenase.

الامتصاص Absorblion :

يمتص الموليبدنم بسهولة من الأمعاء الدقيقة وقد يحدث بعض امتصاص فى القناة الهضمية، ويفرز أساسًا مع البول. وجزء بسيط يخرج مع البراز وتتوقف الكمية الممتصة والمفرزة إلى حد كبير على كمية الكبريت الموجودة فى الوجبة، فزيادة

الكبريت فى الوجبة يزيد من كمية المولبيدنم التى تفرز مع البول ويخزن فى الكبد والكلى والعظام والجلد.

وظائف المولبيدنم Function :

يدخل المولبيدنم فى تكوين اثنين من الإنزيمات فلافينية Flavin - enzymes الأول وهو إنزيم الزانثين أكسيديز Xanthine oxidase الذى يساعد على تكوين حامض اليوريك من هيبوزانثين البيورين Purines hypoxanthine ويساعد على نقل الحديد من مخزنه فى الكبد إلى البلازما. أما الإنزيم الثانى فهو Aldehyde oxidase وهو لازم لأكسدة الألدهيدات إلى أحماض كربوكسيلية فى ميتابوليزم الدهون. وهو عمومًا يدخل فى ثلاثة أنظمة إنزيمية متعلقة بميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض الأمينية الكبريتية والأحماض النووية والحديد، كما يوجد فى إنامل الأسنان ويعمل مع الفلورين لمنع تسوسها.

علاقة المولبيدنم بباقى العناصر المعدنية:

ترجع أهمية التغذوية للمولبيدنم بعلاقته بعناصر معدنية أخرى خاصة النحاس والكبريت فالسمية الناتجة من زيادة المولبيدنم فى الحيوانات يمكن أن تعالج بإضافة النحاس للعليقة. كما أن زيادة المولبيدنم يزيد من ظهور حالات نقص النحاس والإصابة بالأنيميا وكذلك زيادة كمية المولبيدنم المتناول يتداخل مع نشاط إنزيم alkaline phosphatase مما يسبب نمو غير طبيعى للعظام.

نقص المولبيدنم Deficiency :

لا يوجد أعراض معينة لنقص المولبيدنم إلا أنه يؤدى إلى انخفاض فى نشاط إنزيم Xanthine oxidase وقد وجد أن زيادة تناول النحاس يؤدى إلى انخفاض مستوى المولبيدنم فى الدم والأنسجة مع زيادة إخراجه فى البول. وتظهر حالات النقص فى الأفراد النباتيين أو الذين يتناولون وجبات مكونة من أغذية مصنعة.

كما أن نقص المولبيدنم يعرض الحيوان للسمية الناتجة من زيادة مركب ثنائى السلفيت bisulfite الذى قد يكون من مضافات الأغذية أو ناتجًا من ميتابوليزم الأحماض الأمينية الكبريتية، وتظهر أعراض هذه السمية فى صورة صعوبة فى التنفس واضطراب الأعصاب.

السمية Toxicity :

أما زيادة الموليبدنم فتسبب سمية للحيوان (molybdenosis) وخصوصًا الماشية والفيران والأرانب وفيها يحدث إسهال وتأخر فى النمو ونقص الوزن وانخفاض مستوى الهيموجلوبين وعدد كرات الدم الحمراء وتشوه عظام الأرجل وزوال لون الشعر، وأيضًا أمراض نقص النحاس، ويمكن أن تقل السمية بزيادة الكبريتات التى تسبب زيادة إخراج الموليبدنم.

وتسبب زيادة المتناول والموليبدنم الإصابة بما يشبه النقرس goutlike syndrome مرتبط بارتفاع الموليبدنم وحامض اليوريك وإنزيم xanthine oxidase فى الدم ولذا ينصح بألا يزيد المتناول منه عن ١٠ - ١٥ ملجم / اليوم.

الاحتياجات اليومية Requirement :

توصى RDA ١٩٨٩ أن يتناول الفرد الكميات الموضحة فى جدول (٨-٢٩) وهى مبنية على أساس الحد الأدنى من الاحتياجات.

جدول (٨-٢٩) الاحتياجات اليومية من الموليبدنم

الفئة	العمر بالسنوات	موليبدنم ميكروجرام / الفرد / اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	١٥ - ٣٠
	٠,٥ - ١	٢٠ - ٤٠
أطفال	١ - ٣	٢٥ - ٥٠
	٤ - ٦	٣٠ - ٧٥
	٧ - ١٠	٥٠ - ١٥٠
مراهقون وبالغون	١١ +	٧٥ - ٢٥٠

المصادر الغذائية Food sources :

تختلف نسبة الموليبدنم فى الأغذية حسب محتوى التربة منه. وعمومًا معظم موليبدنم الغذاء يستمده الإنسان من أعضاء الحيوان، الحبوب الكاملة، جنين القمح، البقوليات، الخضروات الورقية، الخميرة (جدول ٨ - ٣٠).

جدول (٨-٣٠) محتوى بعض الأغذية من الموليبدنم ملجم / ١٠٠ جم

الغذاء	الموليبدنم ميكروجرام	الغذاء	الموليبندم ميكروجرام
الفول	٠,٣٢٣	الكرنب	٠,٠١٧
جنين القمح	٠,٢١٠	البطاطس	٠,٠١٦
الكبد	٠,١٥٠	الكانتلوب	٠,٠١٦
الفاصوليا الخضراء	٠,٠٦٧	المشمش	٠,٠١١
البيض	٠,٠٥٠	الجزر	٠,٠١٠
الدقيق الكامل	٠,٠٤٨	الموز	٠,٠٠٣
الدواجن	٠,٠٤٠	اللبن	٠,٠٠٣
الدقيق الأبيض	٠,٠٢٥	الخس	٠,٠٠٢
السبانخ	٠,٠٢٥	الكرفس	٠,٠٠٢

٨ - الكروميوم
CHROMIUM

الكروميوم عنصر كيميائى يستخدم فى الصناعة مثل تصنيع وطلاء الألواح التى تستخدم فى إعداد بعض الهياكل والأجهزة والسيارات. وقد وجد بعد ذلك أنه عنصر أساسى للجسم، فقد اكتشفه العالم الفرنسى Vauquel ١٧٩٧ عندما كان يفحص خامة crocite الغنية بمادة كرومات الرصاص. وكلمة كروميوم مستمدة من الكلمة اليونانية chroma والتى تعنى اللون color، وهو يوجد فى مركبات ملونة كثيرة تستخدم فى الصبغات ودبغ الجلود.

وفى سنة ١٩٠٠ استخدم فى الصناعة، ولذا فإن الناس الذين يقطنون فى مساكن قريبة من هذه الأماكن معرضون للتلوث الهوائى والمائى والغذائى.

وفى عام ١٩٥٩ توصل العالمان الألمانيان Mertz وSchwarz عندما كانا يعملان أستاذان زائران فى الولايات المتحدة أن إضافة الكروميوم إلى الخميرة المستخدمة فى غذاء الفيران أدت إلى تحسن الاستفادة من السكر... وبعدها توصل Schroeder أن الكروميوم يعمل كعامل مساعد للإنسولين cofactor ولازم لميتابوليزم الجلوكوز ولنمو وإطالة عمر الفيران.

ثم اكتشف بعد ذلك أن للكروميوم صورتان: الصورة غير العضوية ودرجة استفادة الإنسان والحيوان منها أقل من الصورة العضوية الموجودة فى الخميرة، وسمى الكروميوم فى الصورة العضوية معامل تحمل الجلوكوز Glucose Tolerance Factor (GTF) وذلك لأنه يحافظ على مستوى السكر طبيعيًا فى الفرد إذا تعرض إلى بعض ضغوط أو حالات تؤدى إلى أعراض مشابهة لمرض السكر diabeticlike.

ويعرف GTF بأنه قدرة الفرد على إدخال السكر فى الأنسجة للاستفادة منه، ويقاس هذا العامل بنسبة انخفاض مستوى جلوكوز الدم ووصوله للمستوى الطبيعى عند حقن الفرد بالجلوكوز.

الامتصاص :

يمتص الكروميوم غير العضوى بنسبة منخفضة (٠,١٪)، أما فى الصورة العضوية (GTF) فيصل الامتصاص إلى ١٠ - ٢٥٪ ويتأثر الامتصاص بعدة عوامل منها:

- **العمر** : حيث يقل الامتصاص بتقدم الفرد فى العمر.
- **القلوية alkalinity** :

تعمل قلوية الأمعاء الدقيقة إلى تقليل الاستفادة من الكروميوم غير العضوى لأنه يتحول إلى أيونات ثلاثية الشحنة تتفاعل مع الأيونات القلوية، فيتكون مواد غير ذائبة وغير فعالة.

أما فى الدم فإن الوسط خفيف القلوية.. وهنا يتحد الكروميوم غير العضوى مع الإكسالات (السبانخ) أو الفيتامين (بعض الأغذية) أو طرطرات (العنب والفواكه) أو بيكنج بودر، وهذا يمنع تكوين مواد غير ذائبة، ويبقى الكروميوم ذائبًا مما يزيد الاستفادة منه.

- **الأنيميا :**

تزيد الاستفادة من الكروميوم غير العضوى فى حالة إصابة الفرد بأنيميا نقص الحديد لأن كلا العنصرين الحديد والكروميوم ينتقلان فى الدم بواسطة transferrin ففى حالة نقص الحديد تتاح الفرصة أكثر لنقل الكروميوم غير العضوى بواسطة transferrin.

- **تكوين مركبات معقدة :**

تكون الفيتات الموجودة فى الحبوب والبقول مركبات معقدة غير ذائبة مما يقلل الاستفادة من الكروميوم.

- **الإصابة بمرض السكر** : يزيد الامتصاص.
- **زيادة الكربوهيدرات فى الغذاء :**

زيادة الأغذية الكربوهيدراتية مثل الدقيق الأبيض أو السكر فإنها تقلل المخزون من الكروميوم ويزيد إخراجه فى البول.

- **الدهون :**

تقلل من الامتصاص لأنها تثير إفراز الصفراء القلوية التأثير منتجة مركبات غير ذائبة يصعب امتصاصها.

- **سوء تغذية الأطفال :**

يصاب الأطفال بحالة شبيهة بأعراض مرض السكر، ولهذا يمكن العلاج بواسطة الكروميوم كما ظهر فى دراسات على الأطفال فى نيجريا وتركيا والأردن.

- **الكائنات الدقيقة فى الأمعاء :**

وجود هذه الكائنات مثل Aerobacter aerogene فى الأمعاء كما توجد فى الحبوب والألياف وبعض الفواكه، كما توجد فى أمعاء الإنسان. وهذه تعمل على تحويل الكروميوم غير العضوى إلى GTF.

- **فترة الحمل :**

يستمد الجنين الكروميوم من الأم، وخصوصًا خلال الثلاث شهور الأولى لتكوين الشعر... ولهذا لابد من تناول كميات كافية من الكروميوم حتى لا تتعرض إلى حالات نقص.

تخزين الكروميوم Storage :

يخزن الكروميوم فى الكبد والكلى، وهذا يفيد الجسم فى تكوين GTF. ويلاحظ أن الضغوط تقلل الاستفادة من الكروميوم.

الإخراج Excretion :

يخرج فى البول ٧-١٠ ميكروجرام / اليوم.

وظائف الكروميوم Functions :

يدخل الكروميوم فى وظائف كثيرة، إلا أنه من الصعب تحديد وظائف هذا العنصر لأنه يعمل مع غيره من العناصر التى تنظم الميتابوليزم مثل الهرمونات (الإنسولين) وإنزيمات مختلفة، أحماض نووية.

ومن وظائف الكروميوم :

١- يدخل فى تكوين عامل تحمل الجلوكوز Glucose Tolerance Factor (GTF).

٢- منشط لعديد من الإنزيمات التى تدخل فى عمليات توليد الطاقة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

٣- يحافظ على سلامة وثبات الأحماض النووية RNA, DNA.

٤- يشجع بناء الأحماض الدهنية والكولسترول.

ويدخل الكروميوم فى تكوين عامل تحمل الجلوكوز، وهو مشابه هرمون hormonelike ويحتوى على كروميوم ونياسين، والأحماض الأمينية Cysteine, glutamic, glycine ويفرز من الكبد أو الكلى أو أى نسيج آخر وذلك عند ارتفاع مستوى جلوكوز الدم حيث يعمل مع الإنسولين فى انتقال منتجات الهضم التى تشمل الجلوكوز والأحماض الأمينية والدهنية من الدم إلى داخل الخلايا لتمثيلها. وعند نقص هذا العامل يزيد الاحتياج إلى الإنسولين، ولكن لا يعمل GTF فى غياب الإنسولين.

والعمليات التى تحتاج لعمل مشترك من الإنسولين وGTF هى :

- بناء البروتين من الأحماض الأمينية.
- زيادة فاعلية phagocytes وهى كرات الدم البيضاء البالعة للميكروبات الضارة، ويلاحظ فشل هذه العملية عند مرضى السكر.
- تمثيل الجلوكوز فى عدسة العين.

وعملية تحويل الكروميوم إلى GTF يقل بتقدم العمر وفى حالة سوء التغذية.

وقد يكون نقص الكروميوم هو أحد أسباب إصابة الحوامل بمرض السكر لعدم كفاية الكروميوم فى غذائهن علاوة على زيادة الاحتياج لهذا العنصر نظرًا لدخوله فى بناء شعر الجنين ولهذا لا يتكون GTF بكمية كافية. أى أن الكروميوم

يساعد فى الحماية من مرض السكر diabetes وفى علاج حالات انخفاض السكر فى الدم hypoglycemia.

كما يدخل الكروميوم فى تنشيط العديد من الإنزيمات الداخلة فى توليد الطاقة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات، إلا أنه يلاحظ أن هذه الإنزيمات تنشط أيضًا بواسطة معادن أخرى مثل الألومنيوم، الحديد، المنجنيز، القصدير، وكذلك ينشط الكروميوم إنزيم التريسين الذى ينظم أيضًا بمعادن أخرى ولهذا فإن نقص الكروميوم قد لا يحدث تأثير واضح فى نشاط هذه الإنزيمات.

والكروميوم أيضًا يعمل على صيانة الأحماض النووية RNA, DNA ويحفظها من التشويه، وعلى هذا فهو يمنع من ظهور طفرات فى المادة الوراثية داخل الخلايا كما أنه قد يمنع الإصابة بالسرطان وغيره من الأمراض.

والكروميوم يشجع بناء الأحماض الدهنية والكولسترول فى الكبد، كما وجد أن الكروميوم قد يساعد فى حماية الفرد من بعض الحالات المرضية، حيث لوحظ أن نقص الكروميوم المزمن قد يسبب انسداد الشرايين وإصابة العين بالمياه البيضاء cataract وارتفاع ضغط الدم.

نقص الكروميوم Deficiency :

يعمل نقص الكروميوم على اختلال تحمل الجلوكوز والذى قد يكون مصحوبًا بارتفاع سكر الدم، ونزوله فى البول، وقد يظهر ذلك عند كبار السن أو فى المراحل الأولى للإصابة بمرض السكر أو فى حالة إصابة الأطفال بحالات نقص البروتين والطاقة الشديدة Protein Energy Malnutrition (PEM) وقد يرجع ذلك إلى عدم قدرة الفرد على تكوين عامل تحمل الجلوكوز Glucose Tolerance Factor (GTF) كما يحدث اضطراب فى ميتابوليزم الدهون والبروتينات.

وقد لا تظهر أعراض النقص فى بادئ الأمر لأن الفرد يعتمد على المخزون فى أنسجته، وقد يؤدى ذلك إلى زيادة إفراز الإنسولين، وهذه الزيادة غير مفضلة لأنها تعمل على خفض جلوكوز الدم، كما تؤدى إلى البدانة، وقد تؤدى إلى الإصابة بأمراض القلب، أو إلى تلف خلايا بتا فى البنكرياس التى تفرز الإنسولين والإصابة بمرض السكر، وهذه قد تكون مصحوبة بفشل النمو عند الأطفال ونزول السكر فى

البول وكثرة مرات التبول ونقص الوزن والشعور بالتعب وتزداد هذه الحالة بازدياد نقص الكروميوم، كما يحدث نقص مفاجئ فى الوزن.

كما قد ينتج من نقص الكروميوم ارتفاع مستوى الأحماض الدهنية والكولسترول وضعف المقاومة للعدوى واضطرابات عصبية.

السمية Toxicity:

من النادر حدوث حالة تسمم من الكروميوم لأنه يوجد بكميات بسيطة فى الغذاء ودرجة الاستفادة منه منخفضة. ويلاحظ أنه تكون الزيادة فى الكروميوم غير العضوى أكثر من GTF. وقد يستنشق الفرد الكروميوم من مخلفات المصانع كما قد يزيد دخل الفرد من الكروميوم الموجود فى مياه الشرب.

الاحتياجات الغذائية Nutrient Requirements :

يوصى بأن يتناول الفرد الحد الأدنى من احتياجات الكروميوم كما يظهرها جدول (٨-٣١).

جدول (٨-٣١) الكميات الموصى بها من الكروميوم / اليوم*

الفئة	العمر بالسنوات	كروميوم ميكروجرام / فرد / اليوم
رضع	صفر - ٠,٥	١٠ - ٤٠
	٠,٥ - ١	٢٠ - ٦٠
أطفال	١ - ٣	٢٠ - ٨٠
	٤ - ٦	٣٠ - ١٢٠
	٧ - ١٠	٥٠ - ٢٠٠
مراهقون والبالغون	١١ +	٥٠ - ٢٠٠

* RDA, 1989.

المصادر الغذائية Food sources :

من المصادر الغنية الجبنة والبيض والكبد والعسل الأسود وأيضًا التفاح والموز والخبز والزبدة والدجاج والمحاريات والبطاطس وحبوب القمح الكامل، ردة القمح. ومن المصادر المتوسطة : الجزر، الفاصوليا الخضراء، البرتقال، الفراولة، السبانخ. ومن المصادر الفقيرة : اللبن، معظم الخضروات والفواكه، السكر.

ويتوقف محتوى الكروميوم فى الا غذية على محتوى التربة، وطحن الغلال، وتكرير السكر... ويوضح جدول (٨-٣٢) محتوى بعض الأغذية من الكروميوم.

جدول (٨-٣٢) محتوى بعض الأغذية من الكروميوم ميكروجرام / ١٠٠ جم

الغذاء	ميكروجرام	الغذاء	ميكروجرام
الخميرة	١١٨	السكر البنى	١٨
العسل	١١٥	الزبدة	١٥
البيض	٥٢	الدجاج	١٤
الجبنة	٥١	الزيت	١٣
الكبد	٥٠	الموز	١١
ردة القمح	٤٠	السبانخ	٩
لحم البقر	٣٢	الجزر	٨
القمح الكامل	٢٩	البرتقال	٥
جنين القمح	٢٥	الفاصوليا الخضراء	٤
البطاطس	٢٤	الفراولة	٣
الدقيق الأبيض	٢٣	عيش الغراب	٢
الخبز الأبيض	٢٠	السكر المكرر	٢
المحاريات	١٨	اللبن	١

٩ - الفلورين (الفلور)
FLUORINE

يوجد الفلور بكمية بسيطة فى كل أنواع التغذية والمياه والنباتات والحيوانات، ولذا فهو موجود فى كل أغذية الإنسان. ويحتوى الجسم على ١,٤٠ ملجم معظمها فى العظام والأسنان، ولكن بكميات بسيطة.

وقد اكتشفه العالم الفرنسى Moissan ١٨٨٦ وعزله، واسمه مشتق من الكلمة اللاتينية flou ومعناه تدفق، لأنه حتى عام ١٥٠٠ كان يستخدم فى صهر المعادن flux.

لاحظ جاك لوساك Gack-Luasec سنة ١٨٠٥ وجود الفلورين فى جسم

الحيوان وتوجد آثار من هذا العنصر فى أنسجة الجسم المختلفة وخصوصًا فـى العظـام والأسنان والغدة الدرقية والجلد، ولا يوجد شك الآن فى أن آثار منـه تحمـى الأسـنان من التسوس والمصدر الأساسى للفلورين هو ماء الشرب، وإذا وجد الفلورين فى المـاء بنسبة جزء فى المليون فإنه يمد الجسم بحوالى ١-٢ مليجرام - والماء العـذب لا يحتـوى على فلورين، بينما يحتوى الماء العسر على ١٠ أجزاء فى المليـون، أمـا الأغذيـة فقليـل منها يحتوى على كميات ضئيلة لا تتعدى جزء فى المليـون باستثناء الأسمـاك البحريـة، حيث تحتوى على كميات أكبر نسبيًا تـتراوح بـين ٥، ١٠ أجـزاء فـى المليـون، كمـا يحتوى الشاى الجاف على كميات كبيرة من الفلور تصل إلى ١٠٠ جزء فـى المليـون، ويلاحظ أن الخضروات والفواكه يضاف إليها الفلور إذا رشت بمبيدات حشرية محتوية على فلور.

وظائف الفلورين Function:

يوجد الفلـور فـى العظـام والأسـنان بنسـبة ٠,٢ - ٠,٥٪، وهـو لازم لقـوة وسلامة العظام والأسنان، وهو يزيد مـن ترسـيب الكالسـيوم وبالتـالى يزيـد مـن قـوة العظام، ويساعد على تقليل تكوين الحموضة الناتجة من المواد الكربوهيدراتية فى الفـم وبالتالى يزيد من مقاومة الأسنان للتلف decay أو التسوس وقد يكون ذلك راجـع إلى أن الفلور يمنع من نمو وتكاثر البكتريا المنتجة للحموضة وقد أظهرت الدراسات حـول العالم أن وجود الفلور فى ماء الشرب بنسبة واحد فى المليون يقلل من حالات تسوس الأسنان حيث يترسب الفلور على سطح أنامل الأسنان النامية للأطفال. هذا يزيد من مقاومة الأسنان للتسوس لأسباب غير معروفة إلى الآن. وقد يكون ذلك بأن بلـورات من فلوروأباتيت fluoroapatite تحل محل بللورات فوسفات الكالسيوم فـى مركبـات هيدروكسى أباتيت hydroxyapatite الذى يترسب أثناء تكويـن الأسـنان، كمـا أنهـا تحل أيضًا محل الكربونات carbonate الموجودة طبيعيًا فـى الأسـنان. ويبـدو أن هـذه المواد fluorides أكثر مقاومة للحموضة فى الفم، كما أن الفلورين يكون أحماضًا مـن الكربوهيدرات.

قد يعمل الفلور على تقوية الأسنان، ويقلل من درجة ذوبان معـادن الأسـنان وقد يمنع الفلور من نمو وتكـاثر البكتريـا المنتجـة للحموضـة ولا يترسـب الفلـور علـى

أسنان البالغين المكتملة النمو فلا منفعة من شربهم ماء به فلور، وتقوم الـدول المتقدمـة بإضافة الفلور فى ماء الشرب. والفلور مهم لمنع هشاشة العظام فى الأسنان.

كمـا أظهـرت محـاولات Schwarz وMilane (١٩٧٢) أن الفلوريـن لازم للنمو، كما أن نقصه يسبب أنيميا وعدم القـدرة على الإنجـاب (Messer وآخـرون، ١٩٧٣).

امتصاصه وتخزينه :

يمتص الفلور بسرعة (٩٠٪). ويمتص أساسًا من الأمعاء إلا أن جـزءًا صغيرًا جدًا قد يمتص فى المعدة ويمر ٩٠٪ من الفلور الممتص إلى مجـرى الـدم. ويتـم إخـراج نصفه عن طريق الكلى مع البول والنصف الآخر يمتص ويخـزن فـى الأسـنان والعظـام، وجزء بسيط يخرج فى العـرق والـبراز. وقـد وجـد أن زيـادة الألومنيـوم والكالسـيوم والدهن يعيق عملية الامتصاص.

تأثير النقص والزيادة :

يؤدى نقص الفلور فى الوجبـات إلى ضعـف نمـو الأسـنان وفسـادها وتـؤدى زيادة الفلور إلى حالة تسمم فلوروسيز Florosis عندما تزيد نسبة الفلور فى الماء عــن ٣-٥ جزء فى المليون. وتتمـيز هـذه الأعـراض بظهـور البقـع الطباشـيرية فـى أنـامل الأسنان (مرض تبقع الأنـامل Mottling of enamel) ويفقـد الإنـامل لمعانـه ويصبـح خشنًا ثم يعقب ذلك ظهور بقع مصفرة أو بنية أو سوداء يصحبها تكويـن حفـر وقـد يتأثر كل الأسنان إلا أن هذه الحالة تظهر بوضوح علـى قواطـع الفـك العلـوى وهـذه الحالة لا يصحبها تغير فى الهيكل العظمى أو اضطراب فى الصحة العامة كذلك تؤدى زيادة الفلور إلى تغلظ العظام skeletal fluorosis.

كذلك زيادة الفلور فى الجسم تؤدى إلى تثبيـط بعـض الإنزيمـات المهمـة فـى الجسـم مثـل phosphatase, Enolase حيـث يتكـون مركـب معقـد مـن الماغنسـيوم والفلور والفوسفات وتظهر حالة التسمم الفلورى فى الحيوان حيـث تـؤدى إلى تبقـع أنامل الأسنان وتخشن وتغلظ ويصبح الحيوان ضعيفًا ويقل إنتاج اللبن.

وتسبب حالة التسمم مشكلة بين عمال المصانع الذين يعملون بالمعادن المحتوية على الفلور مثل كربوليت Carbolite وقد أدت إلى فقد الشهية وتغلظ عظـام العمـود

الفقرى والحوض والأطراف، بالإضافة إلى ذلك ظهرت حالة تكلس لأربطة العمود الفقرى، وكذا بين العضلات وقد تظهر اضطرابات عصبية وقد ظهرت حالة تسمم من زيادة الفلور متوطنة فى بعض جهات الهند والصين والأرجنتين حيث احتوت مياه الشرب على أكثر من ١٠ أجزاء فى المليون فلور.

وتظهر حالة التسمم إذا زاد الفلور فى الماء عن ٢,٥ جزء فى المليون ppm، أو إذا زاد المتناول فى الغذاء عن ٢٠ ملجم / اليوم لمدة طويلة أو إذا زاد تعداد الفلور فى الجزء الجاف من الغذاء عن ٣٠-٤٠ جزء من المليون ppm.

وتظهر حالة التسمم الفلورى فى الحيوان حيث تؤدى إلى تبقع إنامل الأسنان وتخشن وتغلظ ويصبح الحيوان ضعيفًا ويقل إنتاج اللبن.

الاحتياجات اليومية :

يوضح جدول (٨-٣٣) الكميات الموصى بها حسب RDA (١٩٨٩) وهى مبنية على أساس الحد الأدنى من الاحتياجات اليومية.

جدول (٨-٣٣) الكميات الموصى بها من الفلورين / اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	الفلورين ملجم / اليوم / الفرد
رضع	صفر - ٠,٥	٠,١ - ٠,٥
	٠,٥ - ١	٠,٢ - ١,٠
أطفال ومراهقون	١ - ٣	٠,٥ - ١,٥
	٤ - ٦	١,٠ - ٢,٥
	٧ - ١٠	١,٥ - ٢,٥
	١١+	١,٥ - ٢,٥
البالغون		١,٥ - ٤,٠

وعادة تمد الوجبة العادية الفرد بحوالى ٠,٢٥ - ٠,٣٥ ملجم من الفلورين يوميًا بجانب مياه الشرب المحتوية على ١ جزء فى المليون من الفلورين الذى يمد الجسم يوميًا بحوالى ١ - ٢ ملجم.

المصادر الغذائية Food sources :

يعتبر المصدر الأساسى للفلور فى الوجبة هو الماء ويعتبر الشاى والقهوة من أعلى مصادر الفلور فى الغذاء يليه الأسماك ثم بعض الخضروات.

ويوضح جدول (٨-٣٤) بعض المصادر الغذائية للفلورين

جدول (٨-٣٤) بعض المصادر الغذائية للفلورين جزء فى المليون

الغذاء	الفلورين	الغذاء	الفلورين
الشاى	٣٢,٠	الدجاج	١,٥
سمك الماكاريل	١٩;٠	الزبدة	١,٥
سردين	١١,٠	فول الصويا	١,٤
سالمون	٦,٠	البيض	١,٣
جمبرى	٤,٥	لحم البقر	١,٢
رنجة مدخنة	٣,٨	لحم الضأن	١,٢
جنين القمح	٢,٤	سبانخ	١,٠
كابوريا	٢,٢	بقدونس	٠,٩
جبنة	١,٧	القمح الكامل	٠,٨

١٠- الكادميوم
Cadmium

يعتبر الكادميوم من معادن الآثار السامة فى الجسم، ويوجد فى الهواء والماء والغذاء، وهو يرتبط بميتابوليزم الزنك حيث أن التوازن بينه وبين الزنك فى الجسم يحدد مدى سميته. وتؤثر عمليات التنقية للمواد الغذائية على التوازن بين المعدنين. فقد وجد النسبة بين الكادميوم : الزنك فى الحبوب الكاملة ١ : ١٢ فإذا تغيرت هذه النسبة تؤثر على التوازن وبالتالى قد تؤدى إلى ظهور حالات التسمم.

يوجد الكادميوم فى أنسجة وسوائل الجسم بنسبة بسيطة، ولكن يوجد فى الكلى والكبد بتركيزات مرتفعة - يتصل مع بروتين وتزيد كمية الكادميوم فى جسم الإنسان بتقدم العمر، كما يختلف كميته باختلاف الجهات الجغرافية و لم يلاحظ للآن وجود الكادميوم فى الدم ولا تعرف وظيفته للآن للجسم إنما تم عزل بروتين محتوى

على كادميوم فى كلى الإنسان والأرانب والحصان؛ مما يرجح قيام الكادميوم بوظيفة الجسم.

وقد وجد أن هذا البروتين فى الحصان يسمى ميتالوثيونين Motallothionein ويحتوى على ٥,٩٪ كادميوم، ٢,٢٪ زنك، ٩٥٪ كبريت، كما يوجد به الحامض الأمينى cysteine الذى يكون ٣٠٪ من الأحماض الأمينية الموجودة ويتصل الكادميوم أو الزنك بثلاث مجموعات سالفهيدريل Sulfhydryl، وقد يقوم هذا بدور فى بعض الأعمال والتفاعلات الحيوية فى الجسم مثل: عامل مساعد، كمخزن، تكوين مناعة مادة مضادة للتسمم، والكادميوم ينشط الإنزيمات، وقد يحل الكادميوم محل الزنك فى بعض الإنزيمات.

الامتصاص والتخزين :

يخزن الكادميوم مع الزنك أساسًا فى الكبد والكلى وتزيد كمية الكادميوم فى جسم الإنسان بتقدم العمر كما يختلف كميته باختلاف الجهات الجغرافية.

وعند نقص الزنك فى الوجبات يخزن الكادميوم بدلاً منه. أما إذا زاد الزنك فى الوجبات فيخزن الزنك ويفرز الكادميوم خارج الجسم.

تأثير النقص والزيادة :

يتراوح دخل الفرد من الكادميوم بين ٠,٢ إلى ٠,٥ مليجرام وتختلف حسب مصدر ونوع الغذاء. والزيادة منه تسبب ارتفاع ضغط الدم لأن الكادميوم يسبب فشل الكلى. ولوحظ ارتفاع الكادميوم فى بول المرضى المصابين بضغط الدم، إلا أن الزنك والسلينيوم يقللان أو يمنعان من تأثيره الضار.

ويرجع تأثير الكادميوم السام أساسًا نتيجة لتخزينه فى الجسم بدلاً من الزنك عندما تختلف النسبة بين المعدنين فى الغذاء. ويعتبر الزنك مضاد طبيعى للكادميوم.

وقد يرجع ضرر الكادميوم للجسم هو أنه يتحد مع مجموعة السلفهيدرول لبعض الإنزيمات فيعوق نشاطها.

المصادر :

يوجد أساسًا فى الأغذية النقية مثل الدقيق والأرز والسكر والبيض ويوجد فى الهواء كملوث من الصناعة كذلك يحتوى الماء اليسر أكثر من الماء العسر كذلك القهوة والشاى.

١١ـ السلينيوم

Selenium

يعتبر السلينيوم من أقل المعادن احتياجًا للإنسان وفى الوقت نفسه أكثرها سمية ولقد عرف السيلينيوم كعنصر أساسى لبعض الكائنات الحية خلال العشرين الأخيرة من القرن العشرين حيث لوحظ ظهور حالات من ضمور للعضلات وتليف الكبد فى الغنم والماشية والكتاكيت مرتبطة بمحتوى العلف من السلينيوم.

يوجد السلينيوم كأحد العناصر التى تلوث المركبات التى تحتوى على كبريت، وهذان العنصران متشابهان فى بعض الخصائص. وفى عام ١٨١٧ اكتشف العالم السويسرى Berzilius السلينيوم عندما كان يبحث عن المتبقى من الكبريت بعد حرق الكبريت لعمل حامض كبريتيك. وفى عقد الخمسينيات من القرن العشرين اكتشفت فوائد السلينيوم عندما كان العلماء الألمان فى أوربا يحاولون استخدام الخميرة كمدعم للبروتين. وقد أصيبت الفيران بتلف الكبد إلا أنه تماثلت للشفاء بعد تناول جنين القمح أو أى مصدر لفيتامين E. ثم لاحظ العالم الألمانى **Schwarz** أثناء وجوده فى الولايات المتحدة كأستاذ زائر أن الخميرة الموجودة هناك كانت تحتوى على عامل ٣ (Factor 3) والذى يعمل مع فيتامين E وحامض أمينى كبريتى فى حماية الكبد من التلف الناتج عن تناول أغذية معينة. وفى عام ١٩٥٧ وجد **Schwarz** وزملاؤه أن هذا (العامل ٣) هو السلينيوم. وفى عام ١٩٧٣ أشار **Rotruck** وزملاؤه فى الولايات المتحدة أن السلينيوم يعمل كمرافق لإنزيم **glutathior** peroxidase الذى يهدم المواد البيروكسيدية الضارة والتى ينتج معظمها من أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة.

امتصاص وميتابوليزم والإخراج :

Absorption, Metabolism and Excretion :

يمتص السلينيوم فى الاثنى عشر أساسًا، ويرتبط بعدها إلى بروتين حيث يحمل فى الدم إلى جميع أجزاء الجسم، ويكون فى الخلايا فى صورة مركب سلينوسستين selenocysteine وسلينومثيونين selenomethionine حيث يحل السلينيوم محل الكبريت فى هذه الأحماض الأمينية. ومعظم الإخراج عن طريق الكلى وجزء بسيط يخرج عن طريق العرق والبراز.

ويتأثر امتصاص السلينيوم بعدة عوامل منها مدى الإتاحة الحيوية للسلينيوم، فهو في الأغذية النباتية مثل القمح أكثر إتاحة من الأغذية الحيوانية مثل السمك والتونة والرنجة، حيث يوجد معظمه مرتبطًا كيميائيًا مع عناصر أخرى مثل الزئبق. كما وجد أن وجود البروتين في الغذاء يسهل امتصاص السلينيوم بعكس الدهون. كما أن الضغوط العصبية التي يعاني منها الفرد تقلل من نسبة الامتصاص.

يوجد السلينيوم في أنسجة الجسم المختلفة وخصوصًا في الكرات الدموية الحمراء والدم، كما يوجد في الكبد والطحال والكلى والقلب، ووجوده في الكبد والكلى يعادل من ٤-٥ مرات أكثر من باقي العضلات والأنسجة. ولكن لا يوجد في الدهون. ويبقى مستوى الدم من السلينيوم ثابتًا باستمرار وعندما يقل الدخل يرتفع محتوى كرات الدم الحمراء من السلينيوم ثلاث أضعاف الكمية الموجودة في السيرم ويفرز السلينيوم في الدم.

وظائف السلينيوم Function:

للسلينيوم علاقة دقيقة بأداء فيتامين E في بعض التفاعلات الحيوية وفي المحافظة على معدلات النمو الطبيعي في الجسم وزيادة الخصوبة وفي منع تليف الكبد وتلف وضمور العضلات. والسلينيوم يعتبر مضاد للأكسدة **Antioxidant** فيمنع أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة التي قد تسبب تصلب الأنسجة البروتينية وبالتالي يحافظ على مرونتها. وتقوية الذاكرة ومقاومة الإصابة بالأمراض. كما يوجد علاقة بين السلينيوم وتخليق كرات الدم الحمراء.

وإن كان السلينيوم يشترك مع فيتامين E في حماية الجسم من نواتج الأكسدة البيروكسيدية إلا أن كل عنصر يعمل بميكانيكية مختلفة، حيث يعمل السلينيوم على هدم المواد البيروكسيدية في سيتوبلازم الخلية، أما فيتامين E فيمنع تكوين المواد البيروكسيدية في جدار الخلية (**Ensminger** وآخرون ١٩٩٥).

وللسلينيوم دور في حماية الغشاء الخلوي والنواة والكروموسومات من تأثير المواد السرطانية **carcinogenic** والمسببة للطفرات **mutagenic**. ويفسر التأثير الوقائي للسلينيوم من الإصابة بالسرطان أنه قد يبطئ من نمو الخلايا السرطانية دون أن يؤثر على الخلايا السليمة، وبالتالي يؤخر انقسام الخلايا بالمدة الكافية لإصلاح التلف الذي حدث لكروموزومات الخلية المصابة.

كما ظهر أن السلينيوم يقى الأفراد المعرضين فى حياتهم اليومية بتركيزات عالية من المواد السرطانية من الإصابة بسرطان الأمعاء والمستقيم والصدر والمبايض والبروستاتا والرئة والبنكرياس والكلى والمثانة وبعض أنواع سرطان الدم. والمناعة التى يعطيها السلينيوم لخلايا الجسم ليست راجعة فقط لتأخيره لانقسام الخلايا بل ونتيجة لأنه جزء ضرورى لانتاج إنزيم glutathione peroxidase الذى يعمل على تكسير البيروكسيدات الناتجة من أكسدة الدهون وهى مركبات تسبب هدم الخلايا كذلك يساعد السلينيوم على إنتاج مادة interferon وهو مركب مضاد للفيروسات ومضاد للسرطان anticanscer. كما أن السلينيوم له دور فى تخليق كرات الدم الحمراء.

والسلينيوم يحمى الجسم من تأثير المواد الضارة مثل الزرنيخ والكادميوم والزئبق، ولو أن هذا يكون على حساب السلينيوم الذى يحتاجه الجسم، وهذا يكون مرغوبًا فى حالة زيادة السلينيوم.

نقص السلينيوم Deficiency :

لا تظهر أعراض النقص ولكن محتوى الدم والأنسجة يعكس مدى كفاية السلينيوم؛ إذ إن محتوى كرات الدم الحمراء أو البلازما أعلى من غيره من الأنسجة نظرًا لارتفاع وجود إنزيم glutathione peroxidase فى هذه الأنسجة.

إن تركيز السلينيوم فى كرات الدم الحمراء فى الطفل السليم ٠,٤ ميكروجرام/ مل وفى الطفل سيء التغذية ٠,٢ ميكروجرام / مل. كما يمكن التعرف على نقص السلينيوم أيضًا من تحليل الشعر والأظافر، ولكنها تعطى نتائج تقريبية علاوة على أن الشامبو والمستحضرات الكيميائية المستعملة يستخدم السلينيوم فى تحضيرها.

ارتباط السلينيوم ببعض الأمراض :

أظهرت الدراسات المختلفة أن بعض أمراض يقل انتشارها فى الأماكن التى يرتفع فى محاصيلها وأغذيتها المختلفة عنصر السلينيوم. هذا لا يدل على أن السلينيوم يمنع المرض أو أن انتشار المرض يعكس نقص السلينيوم، ولكن هذا يثير إجراء دراسات للتعرف على مدى العلاقة بين نقص السلينيوم وحدوث المرض. وتبعًا للدراسات

يمكن للفرد أن يفترض أن للسلينيوم دور فى كثير من الأمراض مثل السرطان والمياه البيضاء فى العين cataract وأمراض الكبد، والأوعية الدموية والقلب، وضعف العضلات، والشيخوخة.

إن السلينيوم يدخل فى كثير من العمليات الميتابولية التى تحدث فى معظم أنسجة الجسم ولهذا فإنه يتوقع الفرد أن نقص السلينيوم يعمل على تغير هذه العمليات الحيوية مما قد يؤدى إلى حدوث بعض الاضطرابات إذا لم يعالج نقص السلينيوم فوريًا. ليس معنى هذا أن نقص السلينيوم هو العامل الوحيد لحدوث هذه الاضطرابات ولكن معناها أن نقص السلينيوم يؤخذ فى الاعتبار عند معالجة هذه الاضطرابات وأيضًا الوقاية منها. '

ومن هذه الأمراض :

مرض السرطان cancer فكما هو معروف أن السرطان يحدث نتيجة تأثير بعض المواد السرطانية وضعف مناعة الجسم نتيجة نقص بعض العناصر الغذائية، وقد يكون من بينها السلينيوم، فقد يكون له تأثير وقائى مضاد لحدوث السرطان حيث يمنع التأثير الضار للمواد السرطانية المسببة للطفرات، كما أنه يبطئ من نمو الخلايا السرطانية دون ن يؤثر على الخلايا السليمة كما أنه يحفز الجسم لمقاومة الخلايا غير الطبيعية. ويشير Schwarz (١٩٧٨) أن السرطان ينتشر فى الأماكن الصناعية وفى الأماكن المزدحمة بالسكان. كما ظهر أن انتشار بعض حالات السرطان مرتبط بانخفاض مستوى السلينيوم.

وكذلك انتشار أمراض القلب والأوعية الدموية كما ظهر من الدراسات أنه مرتبط بنقص السلينيوم، ويعتقد كثير من الباحثين أن هذا قد يرجع إلى نقص السلينيوم مع نقص فيتامين E لأن هذين العنصرين يعملان معًا على حفظ مستوى مناسب من مرافق إنزيم Q فى عضلة القلب، وهو عامل مهم فى ميتابوليزم الطاقة، فعند نقص هذا العامل المساعد فإن الأنسجة تعجز عن توليد الطاقة اللازمة لعملها. وتشير هيئة NAS (١٩٧٦) أن نقص السلينيوم و/ أو فيتامين E يعمل على تلف الأوعية الدموية التى تسبب ترشيح فى الأنسجة، ويمكن منع هذه الحالة بإعطاء السلينيوم الذى يسير فى الدم كجزء من إنزيم glutathione peroxidase وأيضًا فيتامين E الذى يحمى

جدر الأوعية الدموية. وإن كانت هذه الحالة لم تظهر فى الإنسان، ولكن كما ظهر أن نقص السلينيوم يسرع من الإصابة بانسداد الشرايين لأن الإنزيمات التى يدخل فى تركيبها السلينيوم تعمل على هدم الكولسترول، وبذا لا يتراكم على جدر الأوعية الدموية. كما تهدم البيروكسيدات التى تعمل على تلف عضلة القلب، كما ظهر أن وفيات أمراض القلب تكثر فى المناطق التى ينقص السلينيوم فى محاصيلها. كما لوحظ أن نقص السلينيوم فى غذاء الأطفال أدى إلى إصابتهم بمرض تضخم القلب **Kishan** فى الصين وكذلك أمراض القلب فى الكبار.

كما يعمل أيضًا إنزيم **glutathione peroxidase** على حماية العين من مرض **cataract** حيث يتم هدم البيروكسيدات، وقد ظهر أن السلينيوم ينخفض مستواه بتقدم العمر كما أن نقصه يسبب الشيخوخة المبكرة لأنه يحافظ على مرونة الأنسجة.

كما أن السلينيوم يساعد فى وقاية الأطفال حديثى الولادة من الإصابة بالأنيميا، وذلك لأن الأطفال حديثى الولادة معرضون لقصر حياة كرت الدم الحمراء لأن السلينيوم مع فيتامين E يحميان جدر الأوعية الدموية والكرات الدموية الحمراء أثناء النضج من التحلل ويلاحظ أن السلينيوم منخفض فى لبن الأم وأكثر انخفاضًا فى لبن البقر حيث يعادل $\frac{١}{٦}$ لبن الأم.

كما أن إنزيم **glutathione peroxidase** قد يحمى من أمراض البنكرياس وإن ارتباط نقص السلينيوم مع تلف البنكرياس قد يكون معروفًا للآن وقد يكون مرتبطًا بنشاط هذا الإنزيم. وقد ظهر أن وجود فيتامين E مع نقص السلينيوم لم يعالج هذه الحالة ولكن قد يكون ذلك التلف راجعًا إلى نقص فيتامين E مع نواتج مواد دهنية غير طبيعية قد تسبب فى تلف البنكرياس، ولم يتمكن من إفراز الإنزيمات اللازمة لهضم دهون الغذاء.

وقد يساهم هذا الإنزيم أيضًا فى حماية الكبد من التلف الناتج من البيروكسيدات الناتجة من هضم الدهون، وذلك عند توافر السلينيوم وفيتامين E و/أو الأحماض الأمينية الكبريتية.

كما أن نقص السلينيوم يسبب حالات التسمم بواسطة كميات ضئيلة من السموم حيث يقوم السلينيوم غير العضوى فى إبطال المفعول السام لبعض العناصر

مثل الزرنيخ والكادميوم والزئبق. كما أن السلينيوم فى إنزيم glutathione peroxidase يقى من الفعل الضار للمواد العضوية مثل رابع كلوريد الكربون carbon tetrachloride وهو مادة تستخدم فى إعداد بعض العقاقير وفى التنظيف الجاف.

كما ظهر أن نقص السلينيوم يسبب العقم فى الحيوانات نتيجة تراكم السائل المنوى فى الخصيتين مع ضعف الحيوانات المنوية، وفى الإناث يسبب الإجهاض المبكر. وإن لم تظهر حالات مشابهة فى الإنسان ولكن المعروف أن الإنسان معرض لحالات اضطراب الخصوبة التى يتعرض لها الحيوان.

كما لوحظ أن نقص السلينيوم قد ساعد فى زيادة التعرض للعدوى Increased susceptibility to infection والمعروف أن خلايا الدم phagocytes البالعة أحد وسائل الجسم الدفاعية ضد المرض، حيث تقوم هذه الخلايا بابتلاع الميكروب أو الجسم الضار، وتدخله فى تجويف داخله يعرف بحجرة القتل killing chamber وتقتله بواسطة الشوارد أو الأصول الحرة.

والمعروف أن إنزيم glutathione peroxidase يحمى جدر هذه الخلايا البالعة يعمل على إطالة عمر هذه الخلايا النافعة عن طريق هدم البيروكسيدات، وقد ظهر من تجارب الفيران التى تعانى من نقص فى السلينيوم قد انخفضت قدرتها على قتل خلايا الخميرة مع أن الفيران ابتلعت الخميرة. لم تثبت هذه الحالة فى الإنسان وقد تتدخل عوامل أخرى مع نقص السلينيوم لانخفاض المناعة.

وقد يساهم نقص السلينيوم فى فشل نمو الأطفال growth failure المصابين بحالة نقص البروتين والطاقة (PEM) أثناء علاجهم وكان السلينيوم منخفضًا فى دمهم. والمعروف أن السلينيوم والبروتين يوجدان معًا فى الغذاء وأيضًا فى جسم الإنسان، وقد لوحظ أن إعطاء الأطفال الوجبة العلاجية المكونة من لبن منزوع الدسم وجلوكوز أو دهن وبعض فيتامينات ومعادن أنه لم يحدث تحسن فى نمو الأطفال إلا بعد إعطائهم سلينيوم.

كما لوحظ حالات الموت الفجائى للرضيع sudden infant death syndrome (crib or clot death)، وهو يتمتع ظاهريًا بحالة صحية جيدة. والمعروف

أن الرضيع يتناول سلينيوم وفيتامين E من لبن البقر أقل من لبن الأم. وقد أرجع الأطباء ذلك إلى أن الطفل أثناء رضاعته للبن قد يُكوِّن أجسامًا مضادة للبن عند شمه، وتصل هذه الأجسام إلى الرئة وبتكرار هذه العملية قد تتكون حساسية شديدة مؤدية إلى صدمة مميتة، وقد يزيد من أثر هذه الصدمة وجود مواد مسببة للحساسية مثل allergens أو فيروس. تسبب هذه الصدمة اتساع الأوعية الدموية وزيادة ضربات القلب كمحاولة لتنظيم الدورة الدموية. وهنا فإن نقص السلينيوم وفيتامين E يضعف من عضلة القلب فلا تتحمل هذا الجهد المتزايد.

زيادة السلينيوم :

زيادة السلينيوم المتناول عن (٥-١٠ جزء فى المليون) يسبب تسمم نتيجة منعه نشاط بعض الإنزيمات وتداخله فى ميتابوليزم الكبريت. وتظهر حالات التسمم بالسلينيوم للأفراد المعرضين لتلوث الهواء بمخلفات الصناعة المحتوية على سلينيوم ويمكن منع فاعلية سمية السلينيوم بواسطة زيادة البروتين أو الكبريت.

وظهر فى بعض المناطق الغنية بالسلينيوم تغير فى لون الأسنان وهشاشية الأظافر وتقشر الجلد وزيادة فى أمراض الجهاز الهضمى وسقوط الشعر جزئيًا أو كليًا فى الإنسان وظهور رائحة الثوم فى هواء الزفير. أما فى حالة الأطفال فقد لوحظ أن زيادة السلينيوم تؤدى إلى ظهور حالة تسوس الأسنان الدائمة.

الاحتياجات الغذائية Requirements :

وضعت RDA (١٩٨٩) الكميات (جدول ٨-٣٤) الموصى بها من السلينيوم بناء على الحد لأدنى من الاحتياجات اليومية للفرد.

جدول (٨-٣٤) الكميات الموصى بها من السلينيوم / اليوم / الفرد

الفئة	العمر بالسنوات	سلينيوم ميكروجرام
رضع	صفر - ٠,٥	١٠
	٠,٥ - ١,٠	١٥
أطفال	١ - ٣	٢٠
	٤ - ٦	٢٠
	٧ - ١٠	٣٠
ذكور	١١ - ١٤	٤٠
	١٥ - ١٨	٥٠
	١٩ - ٢٤	٧٠
	٢٥ - ٥٠	٧٠
	٥٠ +	٧٠
إناث	١١ - ١٤	٤٥
	١٥ - ١٨	٥٠
	١٩ - ٢٤	٥٥
	٢٥ - ٥٠	٥٥
	٥٠ +	٥٥
حمل		٦٥
رضاعة		٧٥

ويلاحظ الاحتياجات الغذائية تزيد فى حالة نقص البروتين والأحماض الأمينية الكبريتية أو نقص فيتامين E أو زيادة الأحماض الدهنية والدهون، وكذلك مدى إتاحة السلينيوم فى الغذاء وحالة الفرد الصحية النفسية.

المصادر الغذائية Food sources :

يتأثر محتوى الغذاء من السلينيوم على حسب وجوده فى التربة، ويفقد السلينيوم بسرعة أثناء الطهى، ويوضح جدول (٨-٣٥) بعض مصادر السلينيوم.

جدول (٨-٣٥) بعض مصادر السلينيوم

الغذاء	سلينيوم ميكروجرام/١٠٠ جم	الغذاء	سلينيوم ميكروجرام/١٠٠ جم
زبدة	١٤٦	بيض	١٦
جنين القمح	١١١	لبن خالى الدسم	١٣
استاكوزا	١٠٤	عيش الغراب	١٣
خميرة	٩١	فول الصويا	١١
حبوب القمح	٦٣	جبنة	٨
ردة القمح	٦٣	ذرة	٧
المحاريات	٥٥	عصير برتقال	٦
دقيق القمح الكامل	٥٣	عصير عنب	٤
كابوريا	٥١	لبن بقرى كامل	٣
ام الخلول	٤٩	بيكان	٣
فاصوليا جافة	٣٦	بندق	٢
لحم الضأن	٣٠	لوز	٢
لفت	٢٧	جزر	٢
العسل	٢٦	كرنب	٢
ثوم	٢٥		

١٢- الألومنيوم
Aluminium

يوجد فى الطبيعة، وهو ثالث عنصر انتشارًا فى الأرض بعد الأكسجين والسليكون، ويوجد فى الأغذية والماء.

ورغم أن الإنسان يتعرض للألومنيوم بصورة أو بأخرى إلا أن كمية بسيطة تتراكم فى الإنسان نظرًا لانخفاض نسبة امتصاصه، وهو يوجد فى الجسم حوالى ٣٥ ملجم/ كجم، ولا يزيد بتقدم لعمر. وقد قام كل من Tipton وCook بقياس

مستوى عدد من العناصر من بينها الألومنيوم فى الأنسجة والسوائل لحوالى ١٥٠ فردًا تعرضوا للموت الفجائى، ووجد أن مستوى الألومنيوم منخفضًا فى جميع الأنسجة ما عدا الرئة (جدول ٨-٣٦).

جدول (٨-٣٦) مستوى الألومنيوم فى الأنسجة*

الأنسجة البيولوجية	ميكرومول / كجم وزن جاف
المخ	٨١ ± ٤٨
القلب	٣٧ ± ٣٠
العضلات	٤٤ ± ٤٤
الكبد	١٥٢ ± ٦٣
الطحال	٩٦ ± ٧
الرئة	١٥٩٢ ± ١٦٢٩
السوائل البيولوجية	نامول / لتر
البلازما	٨٨ ± ٤٨
المخ والنخاع الشوكى	١١١ ± ٣٧
الصفراء	٢٥٢ ± ١٦٧
البول	٢٦٣ ± ٣٧ (لكل ٢٤ ساعة)

* Source : Zatta & Alfroy, 1997.

ويوجد الألومنيوم متحدًا مع السيترات فى البلازما وسوائل المخ والنخاع الشوكى، واللبن، واللعاب والبول. ويوجد ٨٩٪ من الألومنيوم فى السيرم مرتبطًا مع transferrin و ١١٪ مرتبطًا مع السترات.

الامتصاص Absorption :

يمتص الألومنيوم بصعوبة من خلال الرئتين والجلد والجهاز العظمى، ولا يمتص الألومنيوم إلا إذ كان فى صورة قابلة للذوبان فى الماء.

ويدخل الألومنيوم مع هواء الشهيق، كما يحدث مع عمال المصانع الذين يتعرضون لدخان الألومنيوم. ولا يمتص الألومنيوم من خلال الجلد إذا كان طبيعيًا، أما الجهاز الهضمى فيعتبر المنفذ الرئيسى لدخول الألومنيوم إلى جسم الإنسان من

خلال الغذاء. ويضاف إلى المواد الرافعة وفى المستحلبات ومثبتات القوام، وحفظ درجة الحموضة pH. ومن المأكولات المحتوية على ألومنيوم بنسب أكثر من غيرها من الأغذية: المخللات وبعض المخبوزات، وتناول هذه الأغذية يزيد المتناول من الألومنيوم بما يعادل ٢٠ ملجم/ اليوم، كما أن استخدام الأوانى الألومنيوم فى غلى الماء وطهى الأغذية، خصوصًا المرتفعة الحموضة، وأيضًا حفظ الأغذية يزيد دخل الإنسان من الألومنيوم. كما أن ماء الشرب مصدر للألومنيوم.

وقد ظهر أن متوسط دخل الإنسان من الألومنيوم فى اليوم حوالى ١٢ – ١٤ملجم للذكور، ٩ ملجم للإناث، ٦ ملجم للطفل، ٢ ملجم للرضيع. وتصل نسبة امتصاص الألومنيوم فى الإنسان حوالى ٠,١٪ ولكن يزيد الامتصاص بزيادة المتناول من الألومنيوم وخصوصًا مع تناول مضادات الحموضة. ويزيد امتصاص الألومنيوم عند تناوله مع السترات أو سترات الكالسيوم.

ويقلل الفلوريد من امتصاص الألومنيوم، حيث يكون معقدًا يصعب امتصاصه كما أن الألومنيوم يقلل امتصاص الفلورين، ولذا يستعمل الألومنيوم كعلاج عند الأفراد الذين يعانون من زيادة الفلورين fluorosis. ويعمل السليكون على خفض امتصاص الألومنيوم، ويزيد امتصاص الألومنيوم فى حالة Down's Syndrome.

وهناك بعض دراسات تشير أن امتصاص الألومنيوم يزيد فى الأطفل.

تشير الدراسات أن الألومنيوم لا ينتقل مباشرة من البلازما إلى كرات الدم الحمراء، كما أنه لا يرتبط بالأحماض النووية DNA وRNA ولكنه يحجز فى بروتينات النواة وسوائلها.

الإخراج Excretion :

يخرج معظم الألومنيوم من جسم الإنسان عن طريق الكلى فى البول، وجزء بسيط يخرج عن طريق الصفراء.

أضرار الألومنيوم :

لوحظ أن هناك علاقة بين الألومنيوم وتغير فى صورة الدم فى بعض الأشخاص والإصابة بالأنيميا microcytic، ويتراكم بالعظام وفى خلايا كرات الدم البيضاء macropages ولين العظام osteomalacia واضطرابات الجهاز العصبى.

وقد ظهر فى حيوانات التجارب أن الألومنيوم يسبب انخفاض كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين والهيماتوكريت، ويغير من نفاذية جدر الخلايا. وفى الأرانب أدى إلى هشاشة كرات الدم الحمراء. كما ظهر فى التجارب invitro / invivo أن زيادة الألومنيوم تغير من نشاط بعض الإنزيمات مثل إنزيم Kinase وعملية الفسفرة phosphorylation كما يؤثر على شكل الخلايا العصبية ونشاط الإنزيمات وتكوين الناقلات العصبية.

كما أن هناك تنافس بين الألومنيوم والحديد للارتباط بالبروتين transferrin وزيادة الدهون تعترض امتصاص الحديد.

وعلى أى حال، لم يعرف بعد أهميته بالنسبة للإنسان.

١٣- السليكون
Silicon

ينتشر السليكون فى الطبيعة، ويوجد فى جسم الحيوان وخصوصًا فى الجلد، أو فى ريش الدواجن. ويذكر Lavoisier ١٨٧٨ أنه قد يظهر للسليكون وظائف للجسم فيما بعد. واسم سليكرن مشتق من الكلمة اللاتينية Silex ومعناه fint أى حجر صوان، ليشير إلى صلابته. وقد أشار Carlisle عالم التغذية الأمريكى ١٩٧٢ أن الآثار البسيطة من عنصر السليكون مفيدة لنمو وتطور الهيكل العظمى فى الكتاكيت والفيران. ولا يوجد السليكون منفردًا فى الطبيعة بل يوجد فى صورة أكسيد سليكا فى صورة رمل أو كوارتز أو فى صورة سليكات، كما فى الجرانيت. وهو مهم لنمو النبات والحيوان، ويؤدى نقصه إلى تغير بناء الهيكل العظمى والدماغ. ويوجد آثار منه فى جسم الإنسان فى الهيكل العظمى والجلد والأورطى والغدة التيموسية thymus.

ولم تظهر آثار نقص على الإنسان، ولكن ظهر انخفاض فى محتواه فى بعض أجزاء الجسم بتقدم العمر. وقد يكون هذا متعلقًا بنقص إمكانية ارتباط الميوكوسكريات العديدة مع الماء لتكوين المادة الجيلاتينية : اللاحمة بين الخلايا وأيضًا لتشحيم المفاصل.

ويبدو أن السليكون يدخل فى تكوين الميوكوسكريات العديدة وفى تكوين الأنسجة الضامة.

وإخراج السليكون فى الحيوان يتم بكفاءة، إلا أن زيادته فى غذاء الحيوان مميتة لأسباب غير معروفة، قد يرجع جزء منها إلى ترسيبه فى الكلى والمثانة.

ويوجد حالة تسمم سليكونى silicosis وهى حالة سمية فى الرئة نتيجة استنشاق هواء ملوث بالسليكون، وهذه الحالة غير مرتبطة بسبب غذائى، وفيه يرتفع مستوى السليكون فى الدم والبول، ولا يوجد مقررات أو احتياجات غذائية منه، والمصادر الغنية فيه الأجزاء الخارجية فى الحبوب، يليها أعضاء الحيوان مثل الكبد والرئة والمخ والكلى والأنسجة الضامة، ومعظم سليكون الحبوب يفقد نتيجة الطحن.

الباب التاسع

المـــــاء

WATER

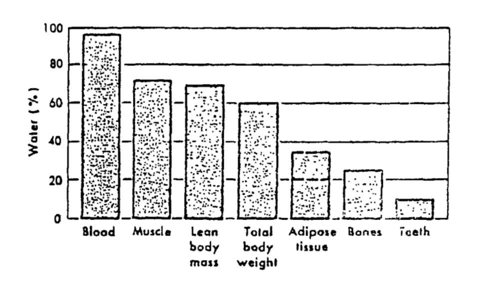
المـــــاء
Water

مقدمة :

يعتبر الماء من العناصر الغذائية الهامة للحياة، ولا تستمر معيشة الإنسان بدون ماء إلا لعدة أيام بسيطة فى حين يمكنه أن يعيش عدة أسابيع بدون طعام، ويتعرض الإنسان للموت إذا فقد ٢٠٪ من ماء الجسم بدون تعويض فى حين يمكن للإنسان أن يعيش لو فقد كل الجليكوجين والدهون ونصف البروتين الموجود فى جسمه.

توزيع الماء فى الجسم:

يحتوى جسم الإنسان البالغ على حوالى ٦٠ - ٦٥ ٪ من وزنه ماء وتقل بزيادة العمر حيث يكون الماء ٨٤٪ من الجسم فى الأطفال حديثى الولادة و٩٨٪ فى الجنين وتقل بتقدم العمر. ويوجد الماء فى كل خلية. ويوضح شكل (٩-١) محتوى الماء فى أنسجة الجسم المختلفة.



شكل (٩-١) محتوى الماء فى أنسجة الجسم المختلفة

ويلاحظ تفاوت فى الماء الموجود فى الأنسجة المختلفة حيث تحتوى العضلات على ٧٢٪ بينما تحتوى الأنسجة الدهنية من ٢٠-٣٥٪ وتحتوى الأسنان على ١٠٪ بينما تحتوى العظام على ٢٥٪.

ويوجد الماء فى الجسم فى صورتين: داخل الخلايا **intracellular** وهذا يكون ثلثى ماء الجسم وخارج الخلايا **extracellular** وهذا يكون الثلث الباقى من ماء الجسم ويوضح شكل (٩-٢) أقسام الماء فى الجسم. فتوزع كمية الماء الموجودة فى جسم الإنسان والتى تبلغ ٤٥ لتر على الوجه التالى:

٣٠ لتر توجد داخل الغشاء الخلوى لكل خلية أما ١٥ لتر الباقية فيوجد منها ٣ لتر فى مجرى الدم وهذه الكمية تشكل ٤,٥ ٪ من وزن الجسم و ٧,٥٪ من كمية الماء الكلية فى الجسم و١٢ لتر توجد فى السوائل المحيطة بالخلايا. ويحتفظ الجسم بالماء فى حالة ثابتة.

Total body water
45 liters

Extracellular (ECF) 15 liters		Intracellular (ICF) 30 liters
Blood or intra-vascular 3 liters	Intercellular or extravascular 12 liters	Intracellular (ICF) 30 liters
Na 28 : 1	Na : K 28 : 1	Na : K 1 : 10

Capillary walls

Cell membrane

شكل (٩-٢) أقسام الماء فى الجسم

وتتحكم عدة عوامل فى حركة ماء وسوائل الجسم ومرورها بين الخلية والسوائل المحيطة بها أيضًا وبين السوائل المحيطة والأوعية الدموية (والتى يفصل بينهم أغشية نصف منفذة أى ذات نفاذية اختيارية) ومن أهم هذه العوامل تركيز البروتين والإلكتروليتات. فيلاحظ أن الجسم يستقبل من البيئة باستمرار أكسجين ومواد

عضوية فى الغذاء والتى تدخل فى تفاعلات الجسم المختلفة والتى ينتج عنها نواتج الميتابوليزم التى إما تتوزع فى الأنسجة المختلفة أو تخرج خارج الجسم أى أن هذا يتطلب حركة ماء وسوائل الجسم باستمرار خلال جدر الخلايا والحواجز وتصل كمية الماء المتبادلة يوميًا من وإلى الخلايا ٤٨ لترًا. ويتحكم فى هذه الحركة قوى الضغط الأسموزى وتعتبر المواد الذائبة فى السوائل والناتجة من الميتابوليزم هى المسئولة عن الضغط الأسموزى لهذه السوائل فإذا كانت هذه المواد مركبات عضوية صغيرة مثل الجلوكوز واليوريا والأحماض الأمينية، وهذه تتحرك بسهولة وتنفذ خلال جدر الخلايا، ولذا فهى قليلة التأثير على حركة الماء، ولكن إذا وجدت بكميات كبيرة فإنها تساعد على الاحتفاظ بالماء، مما يؤثر فى وزن الجسم، وإذا كانت المواد الذائبة ذات وزن جزئى كبير مثل البروتينات، وهذه تؤثر بدرجة كبيرة على توزيع السوائل فى أجزاء الجسم المختلفة، ولكن هذا لا يؤثر على وزن الجسم، أما إذا كانت المواد الذائبة اليكرولينات غير عضوية وهى ذات أثر كبير على توزيع السوائل فى أجزاء الجسم المختلفة، وكذا على احتفاظ الجسم بمائه - فإن هذا قد يؤثر فى زيادة وزن الجسم ويعتبر الصوديوم والبوتاسيوم من أكثر الإليكتروليتات تأثيرًا فى ميتابوليزم الماء من حيث تنظيم الضغط الأسموزى وحركة الماء فى الجسم، وكذا فى تنظيم الجسم للماء (كما سبق ذكره) يوجد الصوديوم فى سوائل الجسم الخارجية، أما البوتاسيوم فيوجد بسوائل الجسم الداخلية ولذا فإن نقص الصوديوم فى سوائل الجسم الخارجية يؤدى إلى انتقال الماء داخل الخلايا وحدوث استسقاء Edema ويقل حجم الدم، وينخفض ضغطه، وتبطؤ الدورة الدموية، وتفشل الكلى ويضعف المريض ولكنه لا يشكو من ظمأ.

وظائف الماء فى الجسم:

١- الماء مهم للحياة ويشكل كل خلية ويدخل فى تركيب جميع سوائل الجسم.

٢- يدخل الماء فى تركيب جميع أنسجة الجسم وسوائله خاصة فى العصارات الهاضمة وجميع إفرازات الجسم وتختلف نسبة المياه بين الأنسجة وبعضها حسب طبيعة تركيبها ووظيفتها كالآتى:

بلازما الدم	٪٩٢
العضلات الإرادية	٪٨٠
كرات الدم الحمراء	٪٧٠
العظام	٪٢٥
الأنسجة الدهنية	٪٢٠

٣- عامل مهم فى تشحيم المفاصل ويحيط بالجهاز العصبى ويحميه من الصدمات وهو يحمل الصوت إلى الأذن كما أنه يقوم بتشحيم العين.

٤- يساعد فى تبادل الغازات أثناء التنفس ويحافظ على الشعب الهوائية رطبة.

٥- يذيب مواد النكهة والطعم الكيمائية فيمكن تذوقها فى اللسان.

٦- يعمل الماء كوسيط لحمل المواد الغذائية وأكسجين الهواء إلى جميع خلايا الجسم كما يحمل ثانى أكسيد الكربون إلى الرئتين للتخلص منه فى هواء الزفير.

٧- يساعد الماء فى الجسم على التخلص من نواتج الميتابوليزم إلى خارج الجسم عن طريق البول والبراز والعرق.

٨- الماء هو الوسط الذى يتم فيه جميع التفاعلات الكيميائية والحيوية فى الجسم كعمليات الهضم والامتصاص والتمثيل الغذائى.

٩- يساعد الماء على تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق بخار الماء الذى يخرج فى عملية التنفس وفى العرق، وهما وسيلتان لخفض درجة حرارة الجسم، وترطيبه عندما ترتفع درجة حرارة الجو عن حرارة الجسم.

١٠- يعمل الماء على حفظ مرونة الأنسجة وليونتها، ويحميها من أ ر الصدمات والرضوض.

التوازن المائى فى الجسم Water Balance :

لكى يحدث التوازن المائى فى الجسم لابد من أن يتساوى دخل الفرد اليومى من المياه مع كمية المياه التى تفرز خارج الجسم. وهذا يتطلب معرفة مصادر الماء للجسم وكيفية فقده.

أولاً: المصادر التى يحصل بها الجسم على الماء:

١ـ ماء الشرب والسوائل:

ويعتبر ماء الشرب من أهم مصادر المياه فى الجسم فهو الماء النقى الذى

يشربه الإنسان، أو المشروبات الأخرى كالشاى والقهوة والمياه الغازية واللبن والحساء..... إلخ وعادة تتوقف هذه الكمية حسب العادات الاجتماعية والغذائية للفرد وتقدر فى الأحوال العادية بحوالى (١,٥-٢ لتر) يوميًا. وتعتبر الكلى العضو الأساسى الذى يقوم بتنظيم كمية الماء فى الجسم بجانب حاسة العطش.

٢- ماء الأغذية والأطعمة:

وهو الماء الذى يحصل عليه الإنسان من تناول الأطعمة المختلفة وخاصة الفاكهة والخضروات وتختلف نسبة الماء فى الأغذية المختلفة من صفر٪ إلى ٩٥٪ يوضح جدول (٩-١) محتوى بعض الأغذية الصلبة من الماء.

جدول (٩-١) محتوى بعض الأغذية من الماء

الأغذية	الرطوبة (٪)
الخضروات والفاكهة	٧٠-٩٥٪
اللبن	٨٧٪
البيض	٧٤٪
اللحوم المطهية المتوسطة	٥٠-٧٠٪
اللحوم المطهية جيدًا	٤٠-٥٠٪
الخبز	٣٥٪
الجبن الجاف	٣٥-٤٠٪
الحلويات والدهون	٠-١٠٠٪

وتقدر كمية الماء التى يحصل عليها من الأطعمة بحوالى ٥٠٠ إلى ٨٠٠ سم^{٣} (٢-٣ أكواب).

٣- ماء الأكسدة Metabolic water :

وهو ماء تمثيل الأطعمة وهو الماء المتكون نتيجة أكسدة هيدروجين المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات والبروتين والدهون فى داخل جسم الإنسان. فعند تمثيل هذه المواد فى الجسم ينتج الكمية التالية من الماء لكل ١٠٠جم:

١٠٠ جم من المواد الكربوهيدراتية تعطى ٦٥ جم ماء

١٠٠ جم من البروتين	تعطى ٤١ جم ماء

١٠٠ جم من الدهن	تعطى ١٠٧ جم ماء

١٠٠ جم من الكحول	تعطى ١١٧ جم ماء

وعلى ذلك تصل كمية الماء التى يحصل عليها الفرد من تمثيل الأطعمة (أكسدة الأطعمة) إلى حوالى ٣٠٠ إلى ٥٠٠ سم^{٣} فى اليوم.

ثانيًا: فقد الماء من الجسم :

١ـ البول:

يمر خلال الكليتين عدة لترات من السوائل، ولكن الذى يفرز منها فى البول ١,٥ لتر (١٥٠٠ ملليمتر)، والباقى يعاد امتصاصه ثانية بواسطة مرشحات الكلية، ويقل إفراز البول فى حالة انخفاض الدخل من الماء أو زيادة الفقد منه.

٢ـ البراز:

يخرج الماء مع البراز بعد هضم الأطعمة، وتقدر كميته فى الحالات الطبيعية بحوالى ١٠٠-١٥٠ سم^{٣} يوميًا.

٣ ـ العرق وهواء الزفير:

يخرج الماء من الرئة على هيئة بخار فى هواء الزفير، كما يخرج من سطح الجلد على هيئة بخار غير ظاهر أو منظور كما يفقد الجسم الماء عن طريق العرق ويقل إفراز البول كلما زاد إفراز العرق. وتختلف كمية ما يفقده الجسم عن هذا الطريق تبعًا للجهد الذى يقوم به الشخص ودرجة حرارة الجو ورطوبته، وفى الجو الحار الجاف يزيد التنفس ويتبخر العرق من الجسم، ولكن عندما ترتفع الرطوبة فى الجو فإن العرق لا يتبخر بنفس السرعة، ولذلك يمكن تحمل الجو الحار الجاف عن الجو الرطب قرب البحر.

ويوضح جدول (٩-٢) توازن الماء فى الجسم للفرد البالغ

جدول (٩-٢) التوازن للماء فى الجسم لفرد بالغ

مصادر المياه اليومية	الكمية بالمليمتر	صور فقد الماء من الجسم	الكمية بالمليمتر
ماء الشرب والسوائل	١٣٠٠-١٥٠٠	البول	١٠٨٠ - ١٦٠٠
ماء الأطعمة	٥٠٠-٨٠٠	البراز	١٠٠ - ١٥٠
ماء الأكسدة	٣٠٠-٥٠٠	العرق	٥٥٠ - ٦٠٠
		هواء الزفير	٣٧٠ - ٤٠٠
المجموع	٢١٠٠-٢٨٠٠	المجموع	٢١٠٠ - ٢٨٠٠
المتوسط	٢٤٥٠	المتوسط	٢٤٥٠

كيفية تنظيم الجسم للماء والإليكتروليتات:

أولاً: حاسة العطش:

وهى أول علامة لنقص المياه من الجسم. حيث أن الإحساس بالعطش يظهر عندما يفقد الجسم حوالى ٢٪ من وزنه عن طريق فقد المياه عن طريق الجفاف. أو بمعنى آخر إذا زاد تركيز الصوديوم فى الدم عن ١٪ ويرتبط مركز الإحساس بالعطش فى Hypothalamus مع مركز الإحساس بالشهية أو الإحساس بالجوع (العطش نتيجة جفاف الخلايا المخاطية المبطنة للفم).

ولكن حاسة العطش ترتبط بنقص الماء فقط ولا ترتبط بنقص الأملاح Salt-Depletion كما يحدث للأفراد فى المناطق الحارة أو الذين يبذلون مجهودًا جسمانيًا كبيرًا مما يزيد من كمية العرق التى تفقد يوميًا وبالتالى زيادة كمية الأملاح التى تفقد يوميًا من جسمهم. لذلك يصابون بالجفاف Dehydration ونقص الأملاح دون إحساسهم بالعطش ولذلك لابد أن يضاف لهم الأملاح فى ماء الشرب.

ثانيًا: عن طريق الكلى:

ينظم حجم البول عن طريق خلايا مستقبلة Osmoreceptor Cell فى الهيبوثالمس Hypothalamus والتى تكون حساسة جدًا لتغير تركيز المواد الذائبة Solute فى البلازما. فتعطى هذه الخلايا إشارات عصبية إلى الفص الخلفى من الغدة

النخامية Posterior pituatary لمنع إفراز الهرمون المضاد لإفراز البول (ADH) Antidiuretic hormone وبالتالى يبدأ إدرار البول والعكس فى حالة الجفاف.

إن الماء فى حركة دائمة يدخل الجسم ويتحرك داخل الخلايا وحولها ثم يخرج خارج الجسم. إن حياة الفرد تتوقف على حركة الماء وما به من مواد ذائبة توجد حول الخلايا فالماء صورة من المواد الكيمائية غير العضوية التى توجد فى صورة سائلة على درجة الحرارة المناسبة للقيام بوظائف الحياة ويطلق عليه أنه كيميا الحياة chemistry of life. ويذوب فى الماء العديد من المواد العضوية وغير العضوية. ومن المواد غير العضوية: الأحماض والقلويات والأملاح وتتأين عند ذوبانها فى الماء إلى أيونات تحمل شحنات كهربية موجبة أو سالبة تسمى إليكتروليتات ويطلق على التى تحمل شحنة موجبة Cations مثل أيونات Na^{+} ,K^{+} Ca^{++} ,Mg^{++} وتلك التى تحمل شحنة سالبة anions مثل Cl^{-} ,HCO_3^{-} ,$HPO_4^{=}$,$SO_4^{=}$.

ويتحرك الماء والاليكترولينات فى الجسم عبر جدار الخلية بواسطة واحدة أو أكثر من خمسة عمليات هى الاسموزيه Osomosis الانتشار diffusion الانتقال المنشط active transport، الترشيح filtration، التشرب أو الامتصاص pinocytocis.

وبناء على هذ فإن الجسم فى نظام دينامیکی، يدخل الماء الجسم كسائل وكأحد مكونات الغذاء بما فيها ماء التأكسد الناتج من هدم الغذاء، وفى الجهاز الهضمى وينتقل الماء وما به من إليكتروليتات إلى الدم. وتعمل البلازما المحتوية على نسبة كبيرة من الماء وما به من اليكتروليتات على نقل العناصر الغذائية لكل خلية وتحمل من الخلية الفضلات. وتعمل الكلى على تنظيم ماء الجسم بواسطة الاحتفاظ ببعض العناصر وإخراج البعض الآخر فى البول. كما تنظم الكلى عملية فقد الماء من الجسم. كما يفقد الجسم جزءًا من الماء عن طريق الجلد والرئتين والبراز.

وخلال هذه العمليات فإن انتقال الماء وما به من مواد ذائبة يتم بواسطة العمليات الخمس السابقة الذكر وهى الاسموزيه والانتشار والانتقال المنشط والترشح والتشرب وذلك لحفظ توازن الماء.

وعندما يزيد نسبة تركيز سوائل الجسم فى أحد الأماكن فإن الماء يتحرك إلى هذه المنطقة لتخفيف التركيز.

نقص الماء :

يفقد الجسم كميات كبيرة من الماء والأملاح الذائبة فى حالات القئ المستمر والإسهال الحاد ومرض السكر والنزيف والحروق والارتفاع الشديد فى درجة الحرارة والعرق الغزير فيختل التوازن، ويحدث الجفاف الذى يؤدى إلى توقف الكلية وهبوط فى القلب وفشل فى الدورة الدموية إذا لم تعالج الحالة بإمداد الجسم بالسوائل والأملاح بالطرق العلاجية المناسبة وهذا ما يحدث للأطفال الرضع فى حالة إصابتهم بالإسهال حيث يعالجون بمحلول ملح الجفاف وهو ملح مكون من جلوكوز وأملاح الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم.

كما يحدث نقص المياه فى حالات القيام بأعمال شاقة كالتى يقوم بها عمال المناجم أو العمل أمام الأفران الشديدة الحرارة يفقد الشخص من (١٠-١٥ لتر) من الماء فى العرق ومعها ملح الطعام (حوالى ٣٠ إلى ٤٥ جرام) يجب أن يعوضها عن طريق الغذاء أو بشرب الماء، والمحتوى على ملح الطعام، وإلا أصيب بالصداع والضعف وعدم القدرة على العمل وتعرضت حياته للخطر.

الجفاف Dehydration :

ينتج من نقص الماء داخل الجسم نتيجة:

١- انخفاض الدخل من الماء أو الطعام لسبب ما.

٢- زيادة فقد الماء نتيجة لأسباب غير طبيعية.

٣- زيادة فقد العرق نتيجة لزيادة المجهود أو فى الجو الحار.

٤- الإسهال الشديد.

٥- القىء.

٦- الإصابة بالحمى وزيادة الفقد خلال الجلد.

٧- الإصابة بمرض السكر وزيادة كمية البول.

ولابد من تعويض فقد الأملاح.

زيادة الماء فى الجسم:

نتيجة للإفراط الشديد فى شرب الماء حيث تنخفض نسبة الإلكتروليتات فى الجسم ويحدث انخفاض فى درجة حرارة الجسم، صداع وكثرة التبول والقئ والإرتعاش والضعف العام.

وقد يحدث الزيادة فى ماء الجسم نتيجة لخلل فى وظائف الكلى أو خلل فى النظام الهرمونى الخاص بالهرمون المضاد لإفراز البول Antidiuretic hormone (ADH).

الاستسقاء:

هو تراكم الماء فى أنسجة الجسم نتيجة عدم قدرة الجسم على إفراز الصوديوم إلى الخارج بالكميات الكافية. وهذه عادةتكون مصاحبة لأمراض القلب عندما تكون الدورة الدموية ضعيفة أو إذا فشلت الكلى فى قدرتها على إفراز البول طبيعيًا كذلك يظهر الاستسقاء edema بعد فترات طويلة من نقص البروتين لفقد الأنسجة قدرتها على المحافظة على التوازن المائى كما يحدث فى حالة تليف الكبد أو الحروق الشديدة أو الجوع الشديد أو انسداد الأوعية الليمفاوية بواسطة طفيل filariae أو زيادة نفاذية الشعيرات الدموية نتيجة لإفراز histamine فى حالات الحساسية. وتتطلب الاديما أو الاستسقاء تحديد المتناول من الصوديوم أو مدرات البول.

التسمم المائى Water intoxication :

تحدث هذه الحالة عندما يكون تناول الماء يفوق تكوين البول وهنا يحدث تخفيف للسوائل الخارجية وتنتقل الماء إلى داخل الخلية وهو ما يعرف بالاديما كما سبق وإذا حدثت هذه الحالة فى خلايا المخ فإن الفرد يشعر بصداع ودوخة وتشنجات وغيبوبة.

احتياجات الماء Water Requirement :

تتوقف احتياجات الجسم للماء على العمر، النشاط، درجة الحرارة، نوع الغذاء المتناول، الحالة الصحية، أو وجود أى إصابة.

ومعدل احتياج الطفل أكثر منه عند الشخص البالغ فإذا كان معدل دورة الماء فى اليوم تعادل ٦٪ من ماء الجسم فى الشخص البالغ فهى تعادل ١٥٪ من ماء جسم الطفل ويوضح جدول (٩-٣) الكميات الموصى بها حسب RDA (١٩٨٩).

جدول (٩-٣) الكميات الموصى بها من الماء فى اليوم

الفئة	العمر بالسنوات	الوزن كم	الاحتياج للطاقة كالورى	الاحتياج للماء مل/ كالورى	مل/ اليوم
رضع	صفر- ٠,٥	٦	٦٥٠	١,٥	٩٧٥
	٠,٥-١,٠	٩	٨٥٠	١,٥	١٢٧٥
ذكور	٢٥- ٥٠	٧٩	٢٩٠٠	١,٠	٢٩٠٠
إناث	٢٥- ٥٠	٦٣	٢٢٠٠	١,٠	٢٢٠٠
مرضع			٢٥٠٠	+٣٠ مل	٢٥٣٠
حامل			٢٧٠٠	+ ٧٥٠ مل	٣٤٥٠

يزداد احتياج الفرد للماء كلما ازداد نشاط الفرد حتى فى الأجواء المعتدلة وذلك لزيادة الفقد عن طريق الجلد والرئتين. مع الأخذ فى الاعتبار أن هناك فقد فى الصوديوم وإن كان بدرجة أقل من فقد الماء.

ويزيد فقد الماء كلما ارتفعت درجة حرارة الجو عن طريق الجلد أو الرئتين ويزيد احتياج الفرد للماء فى الأجواء الحارة الجافة حيث يزيد فقد الماء عن طريق الجلد والرئتين بما يعادل من ٥٠- ١٠٠٪. ولهذا لابد أن يعوض هذا الماء المفقود مع تعويض الصوديوم أيضًا ويؤثر نوع الوجبة حيث تعمل زيادة البروتين على زيادة الماء وذلك لإخراج اليوريا فى البول ويلاحظ أن زيادة البروتين فى غذاء الطفل تتطلب زيادة الماء اللازم ولكن يؤخذ فى الاعتبار أن قدرة كلى الطفل على تركيز الماء ليست تامة.

كما أن المرض وخصوصًا المصحوب بقىء أو إسهال أو إرتفاع فى درجة الحرارة يزيد من الاحتياج للماء. وإذا لم يعوض ذلك فإن الفرد يصاب بالجفاف. ومن جهة أخرى هناك حالات مرضية تزيد من الاحتفاظ بالماء وبالتالى يقل إخراج الصوديوم مثل حالات الأديما الناتج من فشل القلب، الكلى، تليف الكبد، فشل الكلى.

الباب العاشر

تغذية الفئات الخاصة

NUTRITION FOR SPECIAL GROUPS

تغذية الفئات الخاصة

NUTRITION FOR SPECIAL GROUPS

تشمل تغذية الفئات الخاصة التغذية أثناء فترات الحمل والرضاعة والطفولة والمراهقة كما تشمل التغذية للمسنين، بالإضافة إلى ذلك فإنها تشمل التغذية فى حالة النحافة والبدانة والمعاقين.

أولاً : التغذية أثناء الحمل Nutrition During Preganancy :

مقدمة :

ينبغى العناية بالأم قبل دخولها فى مرحلة الحمل لأن هذا يعطى نتائج إيجابية بالنسبة للأم وبالنسبة للجنين والطفل فيما بعد فتمر مرحلة الحمل دون التعرض لأى مشاكل. ويولد الطفل بعد إتمام مرحلة الحمل وهو متمتعًا بحالة تغذوية جيدة.

ابتدأ الاهتمام بتغذية الأم أثناء فترة الحمل منذ العصور القديمة وكان يعطى للأم غذاءًا خاصًا مختلفًا عن باقى أفراد الأسرة على الأقل فى الكمية. إلا أن زيادة السكان فى بعض جهات العالم وانخفاض إنتاج المحاصيل أدى إلى انخفاض وجبات الأم بل وكل أفراد الأسرة ولكن كانت وجبة الأم الحامل مميزة لحد ما وابتدأ عهد جديد فى التغذية منذ أوائل القرن العشرين واكتشف العديد من الفيتامينات إلا أن الاعتقاد كان أن توفير الكربوهيدرات والدهون والبروتينات فى غذاء الأم كان يشكل أسس الوجبة الصحية. بالإضافة إلى أن العناية بتغذية الأم أثناء الحمل أو الرضاعة تختلف كثيرًا عن الاكتشافات الكثيرة فى التغذية التى توصل إليها العلماء خلال النصف الأول من القرن العشرين.

وأثناء عشرينيات القرن العشرين اعتقد الأطباء أن تحديد كمية الطاقة فى وجبة الأم قد يحميها من بعض حالات تسمم حمل التى كانت تظهر فى ذلك فى استراليا والنمسا وألمانيا. وكان نقص الدهون فى ذلك الوقت أدى إلى خفض وزن الأم أثناء الحمل. ثم اهتموا بعد ذلك بأثر الوجبات المحددة التغذية على الطفل بعد ميلاده. وفى خلال العقد الثالث أشار العلماء إلى حدوث حالات تسمم حمل التى قد ترجع إلى نقص البروتين. وفى أثناء العقد الرابع من القرن العشرين استمرت العناية بغذاء الحمل وتوصل العلماء إلى وجود علاقات بين تغذية الأم أثناء الحمل

وحالة الطفل. إلا أن النتائج كانت متعارضة وذلك لأنه كان من الصعب آن ذاك التعرف على نمط غذاء الأم الحامل إلا أنه ثبت لهم بالدليل القاطع أن الأم التى تتمتع بحالة تغذوية جيدة قبل دخولها فى مرحلة الأم يكون لديها مخزون من العناصر التغذوية فى أنسجة الجسم تفيدها أثناء فترة الحمل.

ثم توجه الاهتمام بعد ذلك إلى الفيتامينات والمعادن وتقليل ملح الطعام مع تتبع وزن الحامل على أن تكون الزيادة فى حدود ٩- ١٠ كجم.

الاحتياجات الغذائية :

يراعى فى تغذية الأم أثناء الحمل أن تتوفر العناصر الغذائية بمستوى مناسب لمد الجنين بما يلزمه ولاستعداد الأم للدخول فى مرحلة الرضاعة مع حدوث نفاذ مستمر للعناصر الغذائية.

فلابد أن تعطى عناية كبرى للتغذية أثناء فترات الحمل حتى لا تكون الوجبة الغذائية عاملاً محددًا لصحة الأم.. وقد أظهرت الدراسات أن سوء التغذية أثناء الحمل يؤدى إلى بعض حالات التسمم، وفى ولادة الطفل غير تام النمو **Pre-term** وقد لوحظ أن حالة الأم التغذوية ووزن الطفل عند الولادة كان أقل بين سيدات الأسر ذات المستوى المنخفض عنه فى الأسر ذات المستوى الاقتصادى المرتفع، فغذاء الأم فى المستوى الاقتصادى المرتفع يحتوى على كميات كافية من الطاقة والبروتين والمعادن والفيتامينات عنه فى حالة الأمهات ذات المستوى الاقتصادى المنخفض، فمتوسط وزن الطفل ٣,١٨ كجم فى الأسر ذات المستوى المرتفع بعكس الأطفال فى الأسر الفقيرة حيث يصل وزن الطفل إلى ٢,٧٨ كجم، ويزيد وزن الأم عادة طوال فترة الحمل فى المتوسط ١٧,٥ كجم والجدول رقم (١٠ - ١) يوضح وزن الأم خلال شهور الحمل.

ويلاحظ أنه إذا كانت الزيادة فى وزن الجسم أقل من نصف هذه الزيادة فيكون ذلك راجعًا إلى سوء التغذية أو إلى زيادة النشاط، أما إذا كانت الزيادة أكثر من المعتاد بما يوازى ٥٠ ٪ فإن هذا يرجع إلى زيادة ترسيب الدهن فى الجسم أو تراكم الماء (استسقاء) أو كليهما، والسمنة أثناء الحمل قد تؤدى إلى حالات شديدة مثل حالات التسمم، وقد ذكر **Thomson & Billenxey** (١٩٥٧) أن

متوسط وزن الزيادة الأسبوعية أثناء النصف الثانى من الحمل إذا كان أقل من رطل فيكون ذلك مصحوبًا بعدم اكتمال نمو الجنين وبزيادة وفيات الأطفال ولابد أن تقابل احتياجات الأم والجنين من الغذاء.

جدول (١٠ - ١) زيادة وزن الأم خلال شهور الحمل*

المادة / البيان	الزيادة فى الوزن بالجرام			
	حتى الأسبوع العاشر	حتى الأسبوع العشرين	حتى الأسبوع الثلاثين	حتى الأسبوع الأربعين
الجنين والمشيمة	٥٥	٧٢٠	٢٣٥٠	٤٧٥٠
الرحم	١٧٠	٧٦٥	١١٧٠	١٣٠٠
الدم	١٠٠	٦٠٠	١٣٠٠	١٢٥٠
سوائل الجسم الخارجية	-	-	-	١٢٠٠
الدهن	٢٣٥	١٩١٥	٢٥٠٠	٤٠٠٠

* المصدر : إيزيس نوار، ١٩٧٥.

الطاقة :

يجب أن يعطى اهتمام بدخل الأم من الطاقة حيث أن هذا مرتبط بوزن الجسم، كما أن نمط الزيادة فى الوزن ومقدار صحة الأم أثناء الثلث الأول من أشهر الحمل ولو أن الزيادة فى الوزن بسيط إلا أنه يجب الاهتمام بهذا المقدار حيث أنه أثناء هذه المدة يتكون الجنين والمشيمة، فإذا لم تحدث زيادة فى الوزن فى الثلث الأول من الحمل، وتستمر على هذه الحالة أثناء الثلث الثانى من الحمل فإن هذا يؤدى إلى ميلاد الجنين قبل اكتماله Premature Birth ويلاحظ أن حجم الجنين يتأثر بوزن الأم خصوصًا قبل الحمل فالأم البدينة تلد أطفالاً سمانًا، حتى ولو كانت الزيادة صغيرة فى وزن الأم أثناء الحمل، وهكذا بالنسبة للمرأة النحيفة إذا أنها تلد أطفالاً يتميزون بالنحافة حتى ولو كانت الزيادة كبيرة فى وزن الأم أثناء الحمل.

وعدم كفاية الطاقة تؤدى إلى عدم احتجاز النيتروجين فى جسم الأم فقد

وجد Oldham وآخرون سنة ١٩٥١ عند دراسة النيتروجين المحتجز فى جسم الأمهات أثناء الحمل أن كمية النيتروجين المحتجز فى الجسم -عندما كان الدخل من الطاقة أكثر من ٢١٠٠ سعرًا ومن البروتين ٥٠ جم، كان ضعف كمية النيتروجين المحتجزة عندما كان الدخل من الطاقة أقل من ٢١٠٠ كالورى ومن البروتين ٧٠ جم.

إن الاحتياج للطاقة يكون مرتفعًا خلال النصف الثانى من الحمل لأن الدهن يتراكم فى جسم الجنين كمخزن يستخدمه بعد الولادة. كما أن الدهن يزيد فى جسم الأم حتى تتمكن من توفير الطاقة اللازمة لتكوين اللبن.

عادة تحتاج الأم أثناء الحمل إلى زيادة الطاقة لمقابلة احتياج الأم والجنين مع ملاحظة أن يكون هناك توازن بين دخل الأم من الطاقة وبين المستهلك وقد أوصى المختصون فى التغذية أن متوسط ما تحتاجه الأم أثناء فترة الحمل يعادل ما تحتاجه الأم فى الظروف العادية مضافًا إليه ٣٠٠ كالورى يوميًا أثناء الثلثين الثانى والثالث من الحمل ويوضح جدول (١٠- ٢) الاحتياجات الغذائية للأم أثناء الحمل.

ولابد أن يكون الاهتمام بنوعية وكمية الدهون التى تقدم فى غذاء الأم الحامل وذلك لأن الدهون المخزنة هى التى تصبح متاحة للمشيمة والجنين لتكوين الخلايا وانقسامها فى الثلث الأول من الحمل كما يمكن الأم من تخزين كميات كافية منها لتلبية احتياجات نمو الجنين فى الثلث الأخير من الحمل والمراحل الأولى من الرضاعة (WHO / FAO ١٩٩٧).

كما يحتاج تكون ونمو المشيمة والجنين خلال الحمل إلى الأحماض الدهنية الطويلة عديدة عدم التشبع ويشير Socini, Galli (١٩٨٣) أن نقص الأحماض الدهنية غير المشبعة (w_3) فى غذاء الحيوان يؤثر على تكامل الجهاز العصبى وسلامته وعلى التعلم وحدة الأبصار (Boure وآخرون ١٩٨٩) ويحد من اكتمال الشبكية (Neuringer وآخرون ١٩٨٨).

وقد تأكد ذلك من خلال التجارب على الأطفال الرضع من خلال البراهين المبنية على نتائج هذه الدراسات أن هناك علاقة بين انخفاض الأحماض الدهنية من عائلة w_3 (DHA) وبطء نمو الأطفال بعد الولادة (Carlson وآخرون ١٩٩٢).

جدول (١٠–٢) الكميات الموصى بها من العناصر الغذائية للأم أثناء الحمل حسب العمر والوزن والطول*

البيان	العمر بالسنوات			
	١١–١٤	١٥–١٨	١٩–٢٤	٢٥–٥٠
الوزن . كجم	٤٦	٥٥	٥٨	٦٣
الطول سم	١٥٧	١٦٣	١٦٤	١٦٣
الطاقة كالورى	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠
البروتين جم	٧٦	٧٦	٧٤	٧٤
فيتامين A ميكروجم ريتنول	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠
فيتامين D ميكروجم	١٠	١٠	١٠	١٠
فيتامين E ملجم	١٠	١٠	١٠	١٠
فيتامين K ميكروجم	٦٥	٦٥	٦٥	٦٥
بيوتين ميكروجم	٣٠–١٠٠	٣٠–١٠٠	٣٠–١٠٠	٣٠–١٠٠
نياسين ملجم	١٧	١٧	١٧	١٧
حامض بنتوسيك ملجم	٤–٧	٤–٧	٤–٧	٤–٧
ريبوفلافين ملجم	١,٦	١,٦	١,٦	١,٦
ثيامين ملجم	١,٥	١,٥	١,٥	١,٥
فيتامين B_6 ملجم	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢,٢
فيتامين B_{12} ميكروجم	٢,٢	٢,٢	٢,٢	٢,٢
حامض الفوليك ميكروجم	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠
فيتامين C ملجم	٧٠	٧٠	٧٠	٧٠

البيان	العمر بالسنوات			
	١١–١٤	١٥–١٨	١٩–٢٤	٢٥–٥٠
كالسيوم ملجم	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
فوسفور ملجم	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
صوديوم ملجم	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠
كلوريد ملجم	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠
ماغنسيوم ملجم	٣٢٠	٣٢٠	٣٢٠	٣٢٠
بوتاسيوم ملجم	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
كروميوم ميكروجم	٥٠–٢٠٠	٥٠–٢٠٠	٥٠–٢٠٠	٥٠–٢٠٠
نحاس ملجم	١,٥–٣	١,٥–٣	١,٥–٣	١,٥–٣
فلوريد ملجم	١,٥–٢,٥	١,٥–٢,٥	١,٥–٤	١,٥–٤
يود ميكروجم	١٧٥	١٧٥	١٧٥	١٧٥
حديد ملجم	٣٠	٣٠	٣٠	٣٠
منجنيز ملجم	٢,٥–٥	٢,٥–٥	٢,٥–٥	[illegible],٥–٥
موليبدنم ميكروجم	٧٥–٢٥٠	٧٥–٢٥٠	٧٥–٢٥٠	٧٥–٢٥٠
سلينيوم ميكروجم	٦٥	٦٥	٦٥	٦٥
زنك ملجم	١٥	١٥	١٥	١٥

* RDA, 1989.

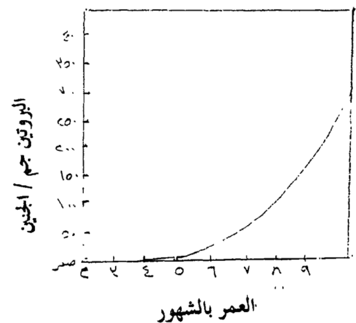
كما أن حامض الأراكيدونيك عنصرًا أساسيًا أيضًا خلال فترة التكوين المبكر للجنين فهو يوجد فى لبن الأم (Koletzko وآخرون ١٩٩٢) لأهميته فى وظائف الأعصاب والأوعية الدموية بالإضافة إلى دوره فى تكوين الأيكوزانويدات اللازمة لتنظيم عمل الخلية.

ويلاحظ أنه يجب أن يحافظ على التوازن بين حامض لينولييك والفا لينولينك عند نسبة ١:٥ حتى ١: ١٠ (WHO ١٩٨٥)، (WHO / FAO ١٩٩٧).

البروتين :

يزيد احتياج الأم للبروتين أثناء الحمل وخصوصًا فى النصف الثانى من الحمل وتتكون معظم الأنسجة البروتينية فى جسم الجنين خلال الشهور الثلاثة الأخيرة قبل ولادته (شكل ١٠- ١) وتكون سرعة ترسيب البروتين فى جسم الجنبن ٠,٤ جم / اليوم خلال شهور الحمل وتزيد السرعة إلى ٣,٦ جم / اليوم خلال الثلاث شهور الأخيرة، وتصل فى الشهر الأخير إلى ٦,٤ جم / اليوم مضافًا إلى هذا احتياجات الأم خلال هذه الفترة، لزيادة حجم الرحم والغدد اللبنية وكل الأنسجة اللازمة للحمل والرضاعة ويوصى علماء التغذية أن يضاف ٧٤- ٧٦ جم بروتين يوميًا (جدول ١٠- ٢) خصوصًا خلال الثلثين الثانى والثالث من الحمل على أن يكون البروتين المتناول أثناء الحمل ذا قيمة تغذوية عالية كما يزيد احتياج الأم أثناء الحمل للأحماض الأمينية الأساسية وخاصة فى الأحماض الأمينية tryptophan, threonine ويليهما lysine (Wertzal ١٩٥٩) ويلاحظ أن نقص البروتين يؤدى إلى هدم أنسجة الأم لتوليد الأحماض الأمينية للجنين ويؤدى ذلك إلى متاعب أثناء الحمل والوضع وأنيميا واستسقاء غذائى وضعف القدرة على إفراز اللبن بعد الوضع.

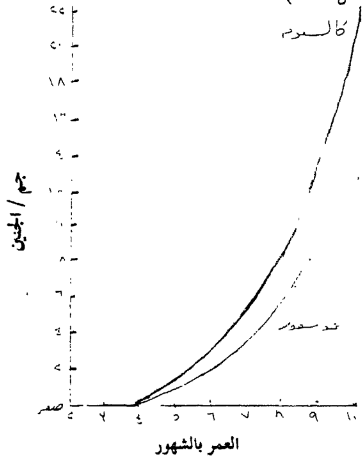
ولا بد من الاهتمام بوجود الأحماض الدهنية الأساسية فى غذاء الحامل لأهميتها فى نمو وتطور مخ الجنين (Petridou وآخرون ١٩٩٨).



شكل (١٠-١) تراكم البروتين في الجنين خلال أشهر الحمل

الكالسيوم :

يزيد احتياج الأم للكالسيوم وترجع هذه الزيادة إلى احتياج الجنين والأم للكالسيوم فعند الميلاد يحتوى جسم المولود على ٢٢جم كالسيوم معظمها ترسب فى جسم الجنين خلال الشهر الأخير من الحمل (شكل ١٠-٢).



شكل (١٠-٢) تراكم الكالسيوم والفوسفور أثناء أشهر الحمل

إن ترسيب الكالسيوم فى جسم الجنين خلال الشهر الثالث هى ٥٠ مجم / اليوم، وفى نهاية الشهر السابع ١٢٠ مجم / اليوم. وتصل إلى ٤٥٠ مجم / اليوم خلال الشهر الأخير، وقد أثبت الباحثون أن عملية التكلس فى الجنين تستمر دون توقف مهما اختلفت حالة الأم التغذوية، فإذا ساءت الحالة التغذوية فإن عملية التكلس تستمر على حساب انسجة الأم نفسها، ولذا توصى بأن تتناول الأم ١٢٠٠ مجم كالسيوم يوميًا (جدول ١٠- ٢). ولابد من الاهتمام بتوفير الكالسيوم منذ ابتداء الحمل حتى بعد نهاية فترة الرضاعة لأن تراكم الكالسيوم المبكر فى أنسجة الدم يعمل كمخزن يسحب منه فيما بعد ولابد من توافر فيتامين D والفوسفور.

الحديد :

تعتبر الأنيميا من حالات سوء التغذية المنتشرة بين السيدات أثناء الحمل نظرًا لزيادة الاحتياج إلى الحديد من الأم والجنين ويحتوى المولود عند الوضع على ٢٧٥ مجم ويحدث ترسيب الحديد فى جسم الجنين بمعدل ٠,٤ ملجم / يوم أثناء الثلثين الأول والثانى للحمل، ٤,٤ ملجم / يوميًا أثناء الثلث الأخير من الحمل. وتحتاج الأم الحديد للحفاظ على مستوى الهيجوجلوبين فى جسمها وكذلك المخزن فى جسمها ويمد احتياج الجنين منه وليتمكن من تخزين الحديد لاستخدامه فيما بعد.

وتقترح لجان التغذية أن تعطى الأم من ٣٠ ملجم / يوميًا حديد (جدول ١٠- ٢)، وهذا يلزم أن تهتم الأم بتناول الأغذية الغنية بالحديد وفى حالات النقص فى الحديد ينصح بتناول الحديد فى صورة أملاح حديدوز.

اليود :

يزيد الاحتياج لليود أثناء فترات الحمل، وقد أظهرت الدراسات أن إصابة الأم بمرض الجوتير نتيجة عدم تناول كميات كافية من اليود يؤدى إلى زيادة احتمال إصابة المولود بالجوتير، وفى حالات انتشار نقص اليود تزيد حالات القِصَر مما يؤدى إلى زيادة المواليد من الأقزام، ولذا يوصى بأن تتناول الأم ١٧٥ ميكروجرام يوميًا كما ينصح بتناول ملح الطعام اليودى (جدول ١٠- ٢).

الفيتامينات:

يزيد احتياج الأم للفيتامينات أثناء الحمل، فيصل احتياج الأم لفيتامين A إلى ٨٠٠ ميكروجرام ريتينول يوميًا أثناء الثلثين الثانى والثالث من الحمل، ويلاحظ أن نقص فيتامين A يؤدى إلى تشوهات فى الجسم، كما تحتاج الأم إلى فيتامين D للاستفادة من الكالسيوم، الفوسفور، وينصح أن تتناول الأم منه ١٠ ميكروجرام يوميًا، هذا بالإضافة إلى تعريض الجلد لأشعة الشمس، كما يزيد الاحتياج إلى فيتامين C حيث يصل إلى ٧٠ ملليجرام/ يوم وتظهر زيادة حاجة الأم أثناء الحمل لفيتامين C من دراسة تركيز هذا الفيتامين فى الدم حيث يقل تركيزه أثناء الحمل، ولكن بزيادة تناول هذا الفيتامين فإن تركيز الفيتامين يرجع إلى المستوى الطبيعى.

وينتشر نقص الثيامين بين الأمهات الحوامل، ولذا ينصح بأن يزيد تناول الأم فى أثناء فترة الحمل ١,٥ ملجم ثيامين يوميًا، وهذا يمكن تحقيقه بتناول الأم الحبوب الكاملة ويزيد احتياج الأم من الريبوفلافين إلى ١,٦ مجم / يوم، وهذا يمكن الحصول عليه من تناول اللبن والعيش ويؤدى نقص الريبوفلافين فى الفيران إلى تشوهات فى الهيكل العظمى حيث يدخل فى تكوين الغضاريف.

أما بخصوص فيتامين E ظهر أن هذا الفيتامين مفيد بالنسبة للسيدات اللاتى يعانين من الإجهاض وينصح بتناول ١٠ ميكروجرام ويعتبر تناول فيتامين K مهم لتقليل حالات النزيف التى تحدث فى بعض الأطفال وينصح بتناول ٦٥ ميكرو جرام يوميًا.

ثانيًا : تغذية الأم أثناء الرضاعة Nutrition During Lactation :

الاحتياجات الغذائية:

تلعب تغذية الأم المرضع دورًا هامًا بالنسبة للأم والطفل. فالأم تحتاج إلى المحافظة على محتوى الأنسجة من العناصر الغذائية وتعويض ما قد تكون فقدته أثناء الحمل وأيضًا لزيادة قدرتها على إنتاج اللبن وهو أكثر الأغذية تميزًا وأنسبها بالنسبة لنمو الطفل وتطوره.

ويزيد احتياج الطفل من العناصر الغذائية (جدول ١٠-٣) كما يزيد احتياجها لشرب الماء والسوائل بما يعادل ١,٩- ٢,٨ لتر لمقابلة احتياجات الأم وأيضًا لإنتاج اللبن بالكمية المناسبة.

جدول (١٠-٣) الكميات الموصى بها من العناصر الغذائية للأم أثناء الرضاعة حسب العمر والوزن والطول*

البيان	العمر بالسنوات			
	١٤-١١	١٨-١٥	٢٤-١٩	٥٠-٢٥
الوزن كجم	٤٦	٥٥	٥٨	٦٣
الطول سم	١٥٧	١٦٣	١٦٤	١٦٣
الطاقة كالورى	٢٧٠٠	٢٧٠٠	٢٧٠٠	٢٧٠٠
البروتين جم	٦٤	٦٤	٦٤	٦٤
فيتامين A ميكروجم ريتنول	١٣٠٠	١٣٠٠	١٣٠٠	١٣٠٠
فيتامين D ميكروجم	١٠	١٠	١٠	١٠
فيتامين E ملجم	١٢	١٢	١٢	١٢
فيتامين K ميكروجم	٦٥	٦٥	٦٥	٦٥
بيوتين ميكروجم	١٠٠-٣٠	١٠٠-٣٠	١٠٠-٣٠	١٠٠-٣٠
نياسين ملجم	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠
حامض بنتوثنيك ملجم	٧-٤	٧-٤	٧-٤	٧-٤
ريبوفلافين ملجم	١,٨	١,٨	١,٨	١,٨
ثيامين ملجم	١,٦	١,٦	١,٦	١,٦
فيتامين B_6 ملجم	٢,١	٢,١	٢,١	٢,١
فيتامين B_{12} ميكروجم	٢,٦	٢,٦	٢,٦	٢,٦
حامض الفوليك ميكروجم	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠	٢٨٠
فيتامين C ملجم	٩٥	٩٥	٩٥	٩٥

البيان	العمر بالسنوات			
	١٤-١١	١٨-١٥	٢٤-١٩	٥٠-٢٥
كالسيوم ملجم	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
فوسفور ملجم	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
صوديوم ملجم	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠
كلوريد ملجم	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠	٧٥٠
ماغنسيوم ملجم	٣٥٥	٣٥٥	٣٥٥	٣٥٥
بوتاسيوم ملجم	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
كروميوم ميكروجم	٢٠٠-٥٠	٢٠٠-٥٠	٢٠٠-٥٠	٢٠٠-٥٠
نحاس ملجم	٣-١,٥	٣-١,٥	٣-١,٥	٣-١,٥
فلوريد ملجم	٢,٥-١,٥	٢,٥-١,٥	٤-١,٥	٤-١,٥
يود ميكروجم	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠
حديد ملجم	١٥	١٥	١٥	١٥
منجنيز ملجم	٥-٢	٥-٢	٥-٢	٥-٢
موليبدنم ميكروجم	٢٥٠-٧٥	٢٥٠-٧٥	٢٥٠-٧٥	٢٥٠-٧٥
سلينيوم ميكروجم	٧٥	٧٥	٧٥	٧٥
زنك ملجم	١٩-١٦	١٩-١٦	١٩-١٦	١٩-١٦

* RDA, 1989.

ويصل احتياج الأم للمواد الغذائية أثناء الرضاعة فى اليوم من الطاقة إلى ٢٧٠٠ كالورى، البروتين ٦٤-٦٦جم، والكالسيوم ١٢٠٠ ملجم، وفيتامين C إلى ٩٥ملجم، والريبوفلافين ١,٨ملجم، فيتامين A ١٣٠٠ ميكروجم رتينول، ١,٨ملجم ثيامين، ١٦- ١٩ ملجم حديد.

إن نقص العناصر الغذائية يؤدى إلى خفض كفاءة الأم فى إفراز اللبن. ويجب العناية بتناول الغذاء الذى يمد الجسم بالطاقة المصحوبة بالكميات المناسبة من العناصر الغذائية الأخرى من البروتين والطاقة والفيتامينات والمعادن مع الاهتمام بتناول الدهون غير المشبعة وخصوصًا الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع لدورها فى بناء الجهاز العصبى والمخ.

وينبغى الاهتمام بنوعية الدهون فى غذاء الأم المرضع حتى تتمكن من إمداد طفلها بالأحماض الدهنية الأساسية اللازمة له وهذا يتوقف على وجود الدهون فى غذائها وعلى المخزن لديها. وهذا المخزون فى جسمها يلبى احتياجات الطفل الرضيع من الأحماض الدهنية الأساسية والطاقة خلال فترة الشهور الأولى من الرضاعة. وينبغى أن يكون غذاء الأم كافيًا لتزويدها بكمية إضافية من الأحماض الدهنية الأساسية تعادل ٣-٤ جم (Koletzko وآخرون ١٩٩٢).

ويوضح جدول (١٠-٤) محتوى لبن الأم المرضع من أحماض دهنية والتى تعتمد فى غذائها على أغذية متنوعة نباتية وحيوانية فى أوربا وأفريقيا ويمكن زيادة هذا المحتوى بزيادة المتناول من الطعام العادى.

جدول (١٠-٤) معدل النسبة المئوية من الأحماض الدهنية فى لبن الأمهات فى أوربا وإفريقيا

إجمالى الأحماض الدهنية (٪ وزن / وزن)	المتوسط والمدى	
	أوروبا (١٤ دراسة)	أفريقيا (١٠ دراسات)
مشبعة	٤٥,٢ (٣٩,٠-٥١,٣)	٥٣,٥ (٣٥,٥-٦٢,٣)
غير مشبعة وحيدة الرابطة المزدوجة	٣٨,٨ (٣٤,٢-٤٤,٩)	٢٨,٢ (٢٢,٨-٤٩,٠)
ن-٦ + ن-٣ غير مشبعة متعددة الروابط المزدوجة	١٣,٦ (٨,٥ - ١٩,٦)	١٦,٦ (٦,٣ - ٢٤,٧)
ن-٦ غير مشبعة متعددة الروابط المزدوجة (٪وزن/وزن)		
ك ١٨ : ٢ن-٦	١١,٠ (٦,٩-١٦,٤)	١٢,٠ (٥,٧-١٧,٢)
ك ٢٠ : ٢ن-٦	٠,٣ (٠,٢ - ٠,٥)	٠,٣ (٠,٣ - ٠,٨)
ك ٢٠ : ٣ن-٦	٠,٣ (٠,٢ - ٠,٧)	٠,٤ (٠,٢ - ٠,٥)
ك ٢٠ : ٤ن-٦	٠,٥ (٠,٢ - ١,٢)	٠,٦ (٠,٣ - ١,٠)
ك ٢٢ : ٤ن-٦	٠,١ (٠,١ - ٠,٢)	٠,١ (٠,٠ - ٠,١)
ك ٢٢ : ٥ن-٦	٠,١ (٠,٠ - ٠,٢)	٠,١ (٠,١ - ٠,٣)
إجمالى ن-٦ LCP*	١,٢ (٠,٤ - ٢,٢)	١,٥ (٠,٩ - ٢,٠)
ن-٣ غير مشبعة متعددة الروابط المزدوجة (٪وزن/ وزن)		
ك ١٨ : ٣ن-٣	٠,٩ (٠,٧ - ١,٣)	٠,٨ (٠,١ - ١,٤٤)
ك ٢٠ : ٥ن-٣	٠,٢ (٠,٠ - ٠,٦)	٠,١ (٠,١ - ٠,٥)
ك ٢٢ : ٥ن-٣	٠,٢ (٠,١ - ٠,٥)	٠,٢ (٠,١ - ٠,٤)
ك ٢٢ : ٦ن-٣	٠,٣ (٠,١ - ٠,٦)	٠,٣ (٠,١ - ٠,٩)
إجمالى ن-٣ LCP*	٠,٦ (٠,٣ - ١,٨)	٠,٦ (٠,٣ - ٢,٩)

* LCP أحماض دهنية غير مشبعة متعددة الروابط المزدوجة (٢-٦ روابط مزدوجة) ذات سلاسل كربونية طويلة (٢٠-٢٢) ذرة كربون).

المصدر : Koletzko, Thiel and Abiodun, 1992

بعض العوامل التى تؤثر فى تغذية الأم أثناء فترة الإنجاب

ترتبط تغذية الأم بعدة عوامل منها لعل من بين أهمها هو عمر الأم. ويفضل أن تكون الأم فى عمر يتراوح بين ٢٠- ٣٠ سنة لأن الأم بدخولها فى العقد الثانى من العمر تكون قد أنهت فترة المراهقة بمتطلباتها المختلفة ويكون قد اكتمل نضجها الفسيولوجى وتكون على درجة من الإدراك بأهمية هذه المرحلة فقد ظهر من دراسات كثيرة حول العالم أن الأم صغيرة السن تكون عرضة لإنجاب أطفال ناقصى الوزن وهؤلاء يكونون معرضين لحالات سوء التغذية والمعدية وأيضًا الوفاة.

كما أن تقارب مرات الحمل يجهد الأم ولا يعطيها وقتًا كافيًا لاستعادة ما

فقدته أثناء الحمل من عناصر غذائية وما يعرضها إلى حالات سوء التغذية وخصوصًا الأنيميا وإصابتها بالأمراض وقد يعرضها للوفاة.

قد وجدت إيزيس نوار أن الأنيميا كانت منتشرة بنسبة ١١٪ بين الأمهات اللواتى أنجبن أطفالهن على فترات زمنية متقاربة (أقل من عام) وكانت نسبة المواليد ناقص الوزن ٩٪. وتشير منظمة WHO أن هؤلاء الأطفال ناقص الوزن يمثلون ١٧,٤٪ وهذا له تأثير بعيد المدى على صحتهم وقدراتهم (FAO, WHO، ١٩٩٢).

المستوى الاقتصادى:

للمستوى الاقتصادى دور كبير فى تحديد نوع الأغذية التى تتناولها الأم فكلما ارتفع المستوى الاقتصادى كلما ازدادت فرص تناول أغذية ذات قيمة تغذوية مرتفعة مثل اللبن والبيض واللحوم والدواجن والأسماك. وفى دراسة فى إحدى قرى المنوفية أن معظم الأمهات من أسر ذوى دخل منخفض كان يغلب على طعامهن الأغذية الكربوهيدراتية والنشوية وكان متوسط زيادة الوزن أثناء فترة الحمل من ٤-٦كجم فى حين كانت زيادة الوزن بين الأمهات لأسر ذوى دخل مرتفع ما بين ١١- ١٤كجم.

مستوى الوعى التغذوى :

يؤثر الوعى التغذوى على اختيار الأم لنوع الغذاء الذى تتناوله وإن كان الوعى يرتبط ارتباطًا إيجابيًا بالتعليم إلا أنه أكثر ارتباطًا بالخبرة. كما ظهر فى بعض الدراسات أن الخبرة كانت لها دور إيجابى فى تحسين نوع الأغذية المتناولة. فالأم صغيرة السن تكون قليلة الخبرة ولا تهتم بنوع الغذاء فلا تتناول الأغذية المفيدة لها من الخضروات والفواكه واللبن والبيض ولكن المهم عندها هو امتلاء المعدة والشعور بالشبع.

الحالة الصحية للأم :

تؤثر الحالة الصحية للأم على الحمل وصحة الجنين فإذا كانت الأم تعانى من أى حالة صحية مثل ارتفاع ضغط الدم أو مرض السكر فلابد من العناية بغذائها على أن يكون تحت إشراف الطبيب حتى لا تتعرض الأم أو المولود لأى مخاطر. وإذا كانت تعانى من النحافة فعليها أن تزيد من كميات الأغذية الغنية فى الطاقة مع الاهتمام بتناول الخضروات والفواكه والأغذية الغنية بالحديد.

بعض الممارسات والمعتقدات الخاطئة :

هناك بعض الممارسات التى تتبعها بعض الأمهات أثناء الحمل اعتقادًا منهن أنها مفيدة للأطفال. فقد ظهر فى دراسة فى بعض المناطق الريفية أن الأمهات الحوامل يتناولن الطباشير والجير لأنه يجعل لون بشرة الطفل فاتحه، وبعضهن يتناول الطين حتى يزيد من كثافة شعر الجنين حسب اعتقادهن.

ولهذا لابد من زيادة وعى الأمهات لتجنب مثل هذه الممارسات وخصوصًا وأن مثل هذه المواد قد تعرضهن لكثير من الأضرار الصحية.

فقد الشهية:

تنخفض شهية الأم عند إبتداء الحمل وهذه قد تعرض الأم والجنين لحالات سوء التغذية. وننصح الأم بتناول كميات بسيطة من الغذاء وزيادة عدد الوجبات وتقليل شرب السوائل مع الوجبة ويفضل تناول السوائل بين الوجبات وتجنب شرب المكيفات والامتناع عن التدخين.

ثالثًا : التغذية أثناء الطفولة Nutrition During Childhood :

١- الرضيع infant feeding :

مقدمة :

يتوقف مستقبل الشعوب لحد كبير على حالة أطفالهم وكيفية العناية بهم منذ فترة الرضاعة وخصوصًا الرعاية التغذوية لأن حدوث تغيرات فى أثناء هذه الفترة يصعب علاج الكثير منها فى فترات تالية ولهذا فإنه يوجد اهتمام عام بتغذية الطفولة حول العالم.

يحتاج الطفل إلى عناية خاصة فى تغذيته أثناء مرحلة الطفولة ويلاحظ أن التاريخ الغذائى للفرد لا يبدأ منذ ولادته ولكن قبل ذلك بتسعة شهور، كما أن الحالة التغذوية للطفل لا تتأثر فقط بحالة الأم التغذوية قبل الحمل، بل بحالتها التغذوية قبل هذه المرحلة.

ويزيد احتياج الطفل إلى العناصر الغذائية، حيث يزيد معدل الاحتياج بالنسبة لوحدة وزن الجسم، وذلك نظرًا لسرعة النمو التى تتميز بها هذه المرحلة، ويجب أن يكون لدى المسئولين عن تغذية الطفل ولدى الآباء معلومات سليمة عن قواعد تغذية الطفل حتى لا يتعرض الأطفال إلى حالات سوء التغذية التى تؤدى إلى عواقب وخيمة.

وظاهرة النمو ليست فقط زيادة فى الحجم، ولكنها تتضمن تغيرًا فى وظائف الجسم وتركيبه، التى تنعكس فى المتطلبات الغذائية، وهذه الاختلافات فى الاحتياجات الغذائية تظهر بوضوح فى مرحلة الطفولة المبكرة حيث النمو أسرع من أى مرحلة أخرى، وحيث يتم معظم النضج الكيميائى Chemical Maturation ويحتاج الطفل للعناصر الغذائية بدرجة كبيرة لتغطية الزيادة فى سرعة النمو، ولسرعة عمليات الميتابوليزم ولسرعة استهلاك العناصر الغذائية ولصيانة الأنسجة وتكوين الهيكل العظمى وكذا لزيادة الفقد فى الحرارة والماء عن طريق الجلد نظرًا لزيادة مساحة سطح الجلد بالنسبة لحجم الجسم، وبالإضافة إلى ذلك فإن غياب الأسنان يتطلب إعداد الطعام إعدادًا خاصًا للطفل، ولكن من الناحية الأخرى، فإنه يوجد فى جسم الطفل بعض العناصر الغذائية التى خزنها فى الكبد أثناء المرحلة الأولى (الجنين) مثل الحديد والنحاس وفيتامين A.

الاحتياجات الغذائية :

احتياجات الطاقة :

تعتبر احتياجات الطاقة للطفل حديث الولادة من ٢ - ٣ أمثال احتياجات الفرد البالغ هذا بالنسبة لوزن الجسم. فيحتاج الطفل فى السنة الأولى إلى حوالى (١١٥- ١٢٠) كالورى لكل كجم موزعة كالآتى:

الميتابوليزم القاعدى	٤٠ كالورى/ كجم
الفعل الديناميكى الخاص	١٠ كالورى / كجم
النشاط العضلى	٢٥ / ٣٠ كالورى / كجم
النمو	٣٠ كالورى / كجم
الغذاء غير المستعمل (إفراز)	١٥ كالورى / كجم
	١٢٠ - ١٢٥ كالورى / كجم

ويلاحظ أن طاقة الميتابوليزم القاعدى مرتفعة، ويقل معدل احتياج الطفل بدرجة سريعة خلال السنة الأولى، ثم تدريجيًا بعد ذلك حتى مرحلة المراهقة، ويختلف كثيرًا الاحتياج لطاقة النشاط بين الأطفال، فالبكاء مثلاً يضاعف الاحتياج، وقد وجد أن الطفل الهادئ يكون احتياجه للطاقة قليلاً يصل إلى أقل من ١٠٠ كالورى سعرًا بينما يصل احتياج الطفل كثير البكاء إلى أكثر ١٣٠ كالورى / كجم.

ويوضح جدول (١٠- ٥) الكميات الموصى بها من العناصر الغذائية ومقارنتها بمحتوى لبن الأم (٤ كوب)، لبن البقر (٤ كوب).

جدول (١٠-٥) الكميات الموصى بها[١] من العناصر الغذائية للرضيع من الميلاد حتى ٦ شهور/ اليوم ومقارنتها بلبن الأم واللبن البقرى

العناصر الغذائية		الكميات الموصى بها/ اليوم	العناصر الغذائية الموجودة فى ٤ أكواب	
			لبن الأم	اللبن البقرى
الطاقة	كالورى	٦٥٠	٨٣٣	٨٢٤
كربوهيدرات	جم	-	٦٦	٤٥
دهن	جم	-	٣٦	٣٦
بروتين	جم	١٣	١١	٣١
العناصر الكبرى				
كالسيوم	ملجم	٤٠٠	٣٢٢	١١٩٢
فوسفور	ملجم	٣٠٠	١٥١	٩٢٦
صوديوم	ملجم	١٢٠	١٤٢	٥٤٨
ماغنسيوم	ملجم	٤٠	٣٨	١٢٣
بوتاسيوم	ملجم	٥٠٠	٤٧٣	١٣٠٣
العناصر الصغرى				
نحاس	ملجم	,٤- ,٦	٠,٤	٠,٣
حديد	ملجم	٦	٢,٠	١,٢
زنك	ملجم	٥	٦,٠	٣,٣
يود	ميكروجرام	٤-٥	-	-
سلينيوم	ميكروجرام	١٠- ١٥	-	-
الفيتامينات الذائبة فى الدهن				
فيتامين A	ميكروجرام	٣٧٥,٠	٥٣٧	٢٩١
فيتامين D	ميكروجرام	٧,٥	٠,٥	٠,٣
فيتامين E [٢]	ميكروجرام	٣,٠	١,٧	٠,٤
فيتامين K	ميكروجرام	٥,٠	-	-
الفيتامينات الذائبة فى الماء				
بيوتين	ميكروجرام	١٠,٠	٣,٨	٣٣,٠
حامض فوليك	ميكروجرام	٢٥,٠	٢,١	٢,٧
نياسين	ملجم	٥,٠	١,٦	٠,٨
حامض بنتوثنيك	ملجم	٢,٠	١,٩	٣,٣
ريبوفلافين	ملجم	٠,٤	٠,٥	١,٥
ثيامين	ملجم	٠,٣	٠,١	٠,٤
فيتامين B_6	ملجم	٠,٣	٠,١	٠,٤
فيتامين B_{12}	ميكروجرام	٠,٣	٠,٣	٣,٨
فيتامين C	ملجم	٣٠,٠	٤٢,٠	١٧,٠

١- RDA (١٩٨٩). ٢- الفاتوكوفيرال

يلاحظ أن لبن الأم واللبن البقرى منخفضان فى محتواهمـا مـن بعـض المعـادن والفيتامينات. كما يلاحظ أيضًا أن اللبن البقرى مرتفع جدًا فـى محتـواه مـن الـبروتين وبعض المعادن مما قد يؤثر على الكلى للتخلص من الفضلات.

احتياجات البروتين :

يحتاج الطفل إلى بروتين للنمو والصيانة والنضـج، وعنـد المـيلاد يكـون نسـبة النيتروجين فى الجسم تمثل ٢ ٪، بينما تصل هذه النسبة فى الشخص البالغ أكثر قليـلاً من ٣٪ ويحدث معظم التغيير خلال السـنة الأولى، ويحتـاج الطفـل إلى بروتـين بنسـبة ٢جم/ كجم فى السنة الأولى، ثم يقل سريعًا فى السنة الثانية بعدها يقل تدريجيًا حتـى مرحلة البلوغ وينصح بأن يعطى البروتين ١٥ ٪ من الطاقة على أن يكـون الـبروتين ذا قيمة تغذوية عالية، ولو أن لبن البقر يحتوى على بروتين بنسبة أعلى من لـبن الإنسـان، إلا أن قيمته بالنسبة للطفل أقل منه فى لبن الإنسان ولذا ينصح برفع دخل الطفـل مـن البروتين فى حالة لبن البقر.

احتياجات الدهن :

هناك بعض الأدلة التى تبين أهمية تناول الأحماض الدهنية غير المشبعة بالنسـبة للإنسان فقد وجـد (Hansen وآخـرون ١٩٦٣)أن تنـاول الأطفـال غـذاء خـال مـن الدهن أدى إلى خشونة الجلد وظهور إكزيما، وقد أمكن علاج ذلك بواسطة الأحماض الدهنيـة الأساسـية، ويذكـر Makrides وآخـرون (١٩٩٤)، وCrawford وآخــرون (١٩٩٧) أن الأحماض الدهنية الأساسية لازمة لنمو المـخ وتطـوره وأن نقصهـا يـؤدى إلى اضطرابات عصبية.

إن الدهون تشكل ٦٠٪ من بناء المـخ والتـى غالبًـا تكـون فـى جـدر الخلايـا وتتكون الدهون من أحماض دهنية أساسية أما الأحمـاض الدهنيـة المشـبعه فتدخـل فـى تكون الجدار الأكـثر صلابـة مثـل غمـد الميلـين myelin sheath (crawford ١٩٩٧ وآخرون). وينصح بأن تكون كمية الدهون ٣٠٪ ولا تقـل عـن ذلـك ولا تزيـد عـن ٥٠٪ من الطاقة.

احتياجات الكربوهيدرات :

تقوم الكربوهيدرات بإمداد الطفل بما يحتاجه من الطاقة السـريعة، ويفضـل أن تمد الكربوهيدرات بحوالى ٥٠ ٪ من السعرات الكلية.

احتياجات المعادن :

تمثل المعادن من ٣- ٤٪ من وزن الجسم، ويحصل الطفل على احتياجاته من المعادن باستثناء الحديد إذا تناول المقدار اللازم من لبن الأم أو لبن البقر، والمعروف أن لبن الإنسان أو البقر فقير فى الحديد وحيث أن الوليد عند الوضع يحتوى على مقدار من الحديد مخزن فى جسمه بما يكفيه من ٣ - ٦ شهور، ولذا ينصح بتعاطيه بعد الشهر الثالث أغذية غنية بالحديد مثل مح البيض والحبوب الكاملة.

ويزيد احتياج الطفل إلى الكالسيوم والفوسفور فى هذه الفترة لاتمام نمو الجهاز الهضمى والأسنان واللبن يمد الطفل بما يكفيه من هذين العنصرين بشرط وجود فيتامينD.

احتياجات الفيتامينات :

يحتاج الطفل إلى الفيتامينات المختلفة ويلاحظ أن الاحتياج للنياسين يتوقف على وجود tryptophan فى الوجبة الغذائية حيث أنه فى حالة وفرته فإنه يمكن تحويله إلى نياسين، كما أنه فى حالة كفاية methionine يمكن أن تكون الحاجة إلى الكولين أقل، بينما تزيد الحاجة إليه فى حالة نقص methionine، كما يحتاج الطفل إلى كميات من B_{12} وحامض الفوليك، ولو أن هذين الفيتامينين يكونان فى الأمعاء الغليظة إلا أن هناك شك فى امتصاصها بكميات كبيرة، وتكون الحاجة إليهما بسيطة فى حالة وجود حامض الاسكوربيك مع عدم تعاطى المواد المضادة الحيوية Antibiotics.

ولابد من الاهتمام بحامض الاسكوربيك وفيتامين D بالنسبة لتغذية الطفل حيث أن اللبن يحتوى على كميات بسيطة منهما، ومعظم فيتامين C سريع التلف، ولذا ينصح بتعاطى الطفل عصير طماطم كما ينصح بتدعيم اللبن بهذا الفيتامين.

وقد لوحظ حالات نقص فيتامين A فى الأطفال وخصوصًا الذين يتعاطون لبن فرز. أما بالنسبة لفيتامين E فننصح بتعاطى ٧,٥ ميكروجرام، وبخصوص فيتامين K فإنه ينصح بتعاطى الطفل عند الميلاد ٥ميكروجرام / يوم.

احتياجات الماء :

يحتاج الطفل إلى الماء حيث أنه معرض لنقصه، ويلاحظ أن معدل فقد الماء عن طريق الجلد أو الكلى أعلى منه فى حالة الفرد البالغ، وقد وجد أن الطفل يحتاج

للماء بمعدل ٧٥ مل / كجم، ولكنه لمواجهة التغيرات الجوية والفردية ينصح برفعها إلى ١٥٠ مل/ كجم، ويلاحظ أن جزءًا من الماء يتناوله الطفل مع اللبن. ويمكن إعطاء الرضيع فى نهاية الشهر الأول عصير برتقال الغنى بفيتامين C لضمان تكوين اللثة وأيضًا جدر الأوعية الدموية.

وبالنسبة إلى تغذية الطفل منذ مرحلة الرضاعة حتى بلوغه سن دخول المدرسة فليس هناك شك أن هذه المرحلة من أهم مراحل بنيان جسم الطفل، بل هى الأساس الذى يمكن أن تجعل من الطفل إنسانًا قويًا سليمًا فى مراحل حياته المقبلة إذا ما وجهت الرعاية الكاملة لتغذيته بأسلوب صحى ليقوم على أسس علمية ويمكن أن يصبح إنسانًا ضعيفًا إذا ما أهملت تغذيته.

والرضيع يواجه عالمًا يختلف عن العالم الذى كان يعيش فيه منذ أن كان جنينًا فهو بعد ميلاده يصبح يعتمدًا على نفسه فى الحصول على ما يحتاجه جسمه من غذاء، ويزيد استقلاله واعتماده على نفسه كلما تقدم به العمر، حتى تظهر أسنانه ويصبح قادرًا على إطعام نفسه بنفسه، وفى هذا كله يجب أن تقدم له كل احتياجاته من الطعام الذى يشمل كل احتياجات الجسم السليم الذى لا يعانى من الأمراض بسبب نقص أو سوء التغذية.

أسلوب تغذية الرضيع Infant Feeding :

الرضاعة :

لا تختلف أسس تغذية الطفل المولود عن تلك الأسس المتبعة فى تغذية الأفراد فى أى عمر ولكن ينحصر الخلاف بين تغذية الأطفال الرضع وغيرهم بأن الأطفال فى هذه الحالة لا يستطيعون تعاطى الأغذية المعتادة التى يتناولها غيرهم فى الأعمار المختلفة حيث لا يستطيعون هضم وامتصاص الأطعمة المعتادة والطرق المتبعة فى تغذية الطفل إما رضاعة طبيعية أو غير طبيعية أو مختلطة.

١- الرضاعة الطبيعية Breast Feeding :

وتعتبر الرضاعة الطبيعية هى الطريقة المعتادة لإطعام المولود، ولـذا يجب على الأم الاهتمام بتغذيتها قبل وأثناء و بعد فترة الحمل كما سبقت الإشارة إليه. وبعد أن يبدأ إفراز اللبن من ثدى الأم لابد من إرضاع الطفل لبن السرسوب الغنى بالعناصر الغذائية ويوضح جدول (١٠- ٦) مقارنة بين لبن الأم ولبن السرسوب Colostrumولبن البقر ويجب تطهير وتدليك حلمات الثدى قبل الرضاعة مع تشجيع

الطفل على رضاعة الثدى بعد ولادته بمدة ١٢ - ١٤ ساعة وعلى الأم أن تعطى طفلها الثديين بالتبادل فى فترات منتظمة كل ٣ ساعات بانتظام حتى يحصل الوليد على السرسوب.

جدول (١٠ - ٦) مقارنة بين لبن السرسوب ولبن الأم فى مراحل مختلفة ولبن البقر/ ١٠٠مل*

العنصر الغذائى		لبن الأم			لبن البقر الناضج
		كولستروم ١ - ٥ يوم	فترة التحويل ٦ - ١٠	الناضج	
الطاقة	كالوزى	٥٨,٠	٧٤,٠	٧١,٠	٦٩,٠
دهن	جم	٢,٩	٣,٦	٣,٨	٣,٧
سكر اللاكتوز	جم	٥,٣	٦,٦	٧,٠	٤,٨
بروتين	جم	٢,٧	١,٦	١,٢	٣,٣
كازين	جم	١,٢	٠,٧	٠,٤	٢,٨
لاكتالبيومين	جم		٠,٨	٠,٣	٠,٤
معادن	جم	٠,٣٣	٠,٢٤	٠,٢١	٠,٧٢
كالسيوم	جم	٣١,٠	٣٤,٠٠	٣٣,٠	١٢٥,٠
فوسفور	جم	١٤,٠	١٧,٠	١٥,٠	٩٦,٠
حديد	جم	٠,٠٩	٠,٠٤	٠,١٥	,١٠
فيتامينات					
A	ميكروجرام	٨٩,٠	٨٨,٠	٥٣,٠	٣٤,٠
كاروتينويدات	ميكروجرام	١١٢,٠	٣٨,٠	٢٧,٠	٣٨,٠
D	وحدة دولية			٠,٤٢	٢,٣٦
E	ملجم	١,٢٨	١,٣٢	٠,٥٦	٠,٠٦
K	ميكروجرام			٢,١٦	٨,٣
C	ملجم	٤,٤	٥,٤	٤,٣	١,٦
بيوتين	ميكروجرام	٠,١	٠,٤	٠٤.	٣,٥
كولين	ملجم			٩,٠	١٣,٠
حامض الفوليك	ملجم	٠,٥	٠,٠٢	٠,٠١٨	٠,٢٣
اينوسيتول				٣٩,٠	١٣,٠
حامض نكوتنيك	ميكروجرام	٧٥,٠	١٧٥,٠	١٧٢,٠	٨٥,٠
حامض بنتوثنيك	ميكروجرام	١٨٣,٠	٢٨٨,٠	١٩٦,٠	٣٥٠,٠
B_6	ميكروجرام			١١,٠	٤٨,٠
ريبيو فلافين	ميكروجرام	٢٩,٦	٣٣,٢	٤٢,٠	٥٧,٠
ثيامين	ميكروجرام	١٥,٠	٦,٠	١٦,٠	٤٢,٠
B_{12}	ميكروجرام	٠,٠٤٥	٠,٠٣٦	آثار	٠٠,٠٥٦

* Chaney & Ross, 1966.

يرضع الطفل لبن أمه مدة ١٥ - ٢٠ دقيقة وغالبًا ينام بعدها وإذا استمر الطفل على مص ثدى الأم كان دليلاً على عدم كفاية لبن الأم للرضاعة وغالبًا ما ينام الطفل طوال الليل إذا تعود ذلك وفى معظم الحالات لا يرضع الأطفال من لبن الأم من الساعة العاشرة مساءً حتى السادسة صباحًا تقريبًا وإن كان بعض الأطفال يرضعون حوالى الساعة ٢ صباحًا وبعد كل رضعة وأيضًا خلالها ترفع الأم الطفل قليلاً مسندة بظهره ورقبته وتربت على ظهره حتى يتخلص من الهواء الذى ابتلعه (يتكرع).

وقبل إفراز لبن الأم يعطى الطفل ملعقة صغيرة من محلول الكراوية أو الينسون المحلى قليلاً بالسكر كل عدة ساعات وتزاد إلى ملعقة كبيرة ثانى وثالث يوم تزداد تدريجيًا حتى تصل إلى فنجان قهوة صغيرة حتى يبدأ بعدها إفراز اللبن فى الثديين.

تتدرج عدد الرضعات من حوالى ٩ رضعات فى اليوم خلال الشهر الأول إلى خمس- ستة رضعات حتى الشهر التاسع ثم ٤ رضعات خلال الشهور الأربعة التالية، ثم إلى ثلاث رضعات خلال الشهور الأربعة التى تليها.

٢- الرضاعة غير الطبيعية Artificial Feeding :

تلجأ بعض الأمهات إلى تغذية الطفل المولود عن طريق الرضاعة غير الطبيعية فى حالة نقص إفراز اللبن بالقدر الكافى لتغذية الطفل المولود، أو يكون بسبب سوء الحالة الصحية للأم أو حالة مرضية بالثدى.

ومن الممكن أن تكون الرضاعة غير الطبيعية كافية وناجحة طالما كان المخلوط المعد جيد التحضير نظيفًا وأعطى بطريقة صحيحة صحية ويجب على الأم أثناء عملية الرضاعة غير الطبيعية أن توفر للطفل حاجاته السيكولوجية والعاطفية باحتضان وليدها فى حنان وحب وعطف

ويجب أن تتأكد الأم من نظافة الزجاجة والحلمة المستعملة فى الرضاعة بتعقيمها أولاً وقبل كل شىء كما يمكن استخدام اللبن المجفف باتباع كافة التعليمات المكتوبة على العلبة أو تحت إشراف الطبيب وتعليماته. ويمكن استعمال اللبن البقرى المغلى بعد تخفيفه بالماء وإضافة قليل من السكر إليه.

فى الشهر الثالث :

يبدأ بإعطاء الطفل عصير فاكهة مثل عصير البرتقال أو الليمون الحلو أو الطماطم أو عصير العنب خصوصًا في حالة الرضاعة غير الطبيعية. ويكتفى بملء ملعقة شاى (مجففة ونظيفة) من العصير تخفف بقليل من الماء على أن تعطى هذه الكمية قبل إحدى الرضعات.

فى الشهر السادس :

يمكن إعطاء الطفل مهلبية وعادة ما تحل هذه الوجبة محل رضعة الظهر ومن الضرورى أن تكون المهلبية مخففة بحيث يسهل إعطاؤها فى زجاجة الرضاعة لأن الأطفال يرفضون أى طعام فى صورة غير سائلة.

وتنحصر طريقة التحضير فى إضافة ملعقة شاى من النشا أو الدقيق على نصف كوب من اللبن وإضافة قطعة من السكر لتحليلها ثم تطهى قليلاً على النار. ويمكن بعد ذلك زيادة تركيز المهلبية بالتدريج مع نمو الطفل بإضافة ملعقة كبيرة من النشا إلى كوب من اللبن مع قطعتين من السكر وفى هذه الحالة يمكن للطفل أن يتعاطى هذا بالملعقة.

توجد فى الصيدليات مستحضرات جاهزة سهلة التحضير يمكن استخدامها بعد استشارة الطبيب. كما يمكن إعطاء الطفل صفار بيضة طازجة مسلوقة جيدًا حتى لا يتعفن فى أمعائه بسرعة مع ملاحظة التدرج فى إعطائه ذلك باليد بكمية قليلة أولاً ثم تزاد بعد التأكد من عدم الإضرار بحساسية خاصة كالالتهابات الجلدية أو اضطرابات معدية أو معوية.

وفى الأحوال العادية يجب ألا يزيد إعطاء الطفل أكثر من صفار بيضة بأكملها ٣ مرات فى الأسبوع.

التغذية المختلطة Mixed Feeding :

وفيها يجمع بين الرضاعة الطبيعية والتغذية غير الطبيعية. وتستخدم فيها الحالات التالية:

- التغذية التكميلية Supplementary :

وفيها تكمل كل رضعة من الثدى بلبن خارجى حتى يحصل الطفل على

كفايته ويجب ألا يترك الطفل أكثر من ١٥ – ٢٠ دقيقة فى الرضاعة من ثدى الأم، يعطى بعدها غذاءً تكميليًا بعد الرضعة (لا قبلها) وبشرط ألا تكون الرضعة التكميلية زائدة الحلاوة حتى لا يفضلها على لبن أمه فيرفض بسببها رضاعة الثديين.

ـ التغذية الإبدالية Substituling :

وهى عملية استبدال رضعة أو رضعتين من الثدى بأخرى خارجية. ومن عيوب التغذية الإبدالية الإقلال من إفراز اللبن غير أن هذه الحالة تلائم الأم العاملة. وخصوصًا إذا كانت تعمل معظم اليوم.

الأطعمة التى تعطى للطفل أثناء فترة الرضاعة :

ينبغى أن يكون الطعام مصدر سعادة الطفل ويلاحظ أن تقبل الطعام طعامًا يستغرق وقتًا طويلاً وينصح بأن تعطى كمية صغيرة أولاً على طرف ملعقة ليتذوقها وإذا أدار رأسه أو أخرج الغذاء من فمه فعلى الأم ألا تنزعج فهو شىء طبيعى ويفضل أن يقدم الغذاء للطفل فى غير وقت تغذية الأسرة حتى تتفرغ الأم لإطعام الطفل وحتى لا يشتت انتباه الطفل بالضوضاء والحركة. وفيما يلى أمثلة لبعض الأطعمة التى يمكن إعطائها للطفل كما اقترحها الديوانى (١٩٦٦)[*] .

فى الشهر السابع :

يمكن إعطاء الطفل كمية من حساء (شوربة) الخضراوات وتحضر هذه الخضر كالآتى : تقشر كمية من البطاطس والكوسة والبسلة والعدس ثم توضع فى لتر ماء وتغلى حتى يقل الماء إلى مقدار النصف يصفى ويحلى قليلاً ويعطى للطفل وإذا لم يرغب الطفل تحليته بالسكر فيمكن إضافة قليل من الملح حسب رغبته.

وبعد شهر (أى فى الشهر الثامن) يمكن زيادة قوام الحساء بهرس الخضار جيدًا ثم يصفى.

فى الشهر العاشر :

يمكن إعطاء الطفل كمية من البطاطس المدهوكة والفاكهة الناضجة كالموز والكمثرى المطبوخة والمربات وعادة ما يكون الطفل فى هذا العمر قد أخرج حوالى ٤

---

[*] إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٠).

أسنان وبذلك يمكن إعطائه قطعة من البسكويت أو الخبز الجاف حتى يتمرن الطفل على عملية المضغ بجانب مساعدته على خروج الأسنان، يعطى الطفل مرة يوميًا ثم تزاد إلى ثلاثة مرات فيما بعد قبل ميعاد الأكل بربع ساعة.

فى الشهر الثانى عشر :

يمكن إعطاء الطفل كمية من الأرز والشعرية والمكرونة بعد طبخها فى ماء الخضراوات أو فى شوربة الطيور أو اللحوم. كذلك يسمح له بقطعة من جبن اللبن الطازجة (الحلوم) ومراعاة عدم تقديم أى جبن رومى أو مستوردة حتى لا تضر بالجهاز الهضمى للطفل.

يمكن إعطاء الطفل كمية من شوربة اللحوم البيضاء كالدجاج والأرانب فهى تعمل على تنبيه الجهاز الهضمى ويجب أن تكون هذه الطيور صغيرة السن حتى لا تسبب اضطرابات هضمية ويمكن تحضيرها بغلى نصف الدجاجة أو الأرنب فى لتر ماء لمدة ساعتين كما يمكن استخدام هذا الحساء فى طهى الخضراوات والأرز والشعرية ويعطى الطفل فى نهاية السنة الأولى كبد الطيور بعد دهكها دهكًا مناسبًا ليستطيع تناولها بسهولة.

فى الشهر الخامس عشر :

يبدأ الطفل بتناول اللحوم البيضاء والسمك بشرط أن تكون مفرومة فى بادئ الأمر ثم تقطع قطعًا صغيرة يستطيع بلعها يمكن بعد ذلك إعطائه اللحوم الحمراء تحت استشارة الطبيب ويحسن تأجيل تقديمها للطفل حتى نهاية السنتين.

ويجب الاهتمام بتغذية الطفل من الأحماض الدهنية الأساسية. وتشير FAO/ WHO (١٩٩٧) أنه من المناسب تزويد تركيبة لبن الأطفال الذين يولدون فى موعدهم الطبيعى بحامض الاراكيدونيك وحامض دوكوزا هكساينويك DHA بنسب مماثلة لتلك الموجودة فى لبن الأم التى تتغذى على مختلف أنواع الأطعمة. وتبلغ المقادير التى يحصل عليها هؤلاء الأطفال بالنسبة لكل كجم من وزنهم: ٦٠٠ ملجم حامض لينولييك linoleic، ٥٠ ملجم حامض الفالينولينيك linolenic، ٤٠ ملجم حامض اركيدونك arachidonic وما يتبعه من أحماض عائلة W_6، بالإضافة إلى ٢٠ ملجم حامض DHA. وتقترح المنظمة إضافة هذه المقادير ومع هذا فهى تشير إلى الحاجة إلى المزيد من إجراء الدراسات والبحوث.

فوائد الرضاعة الطبيعية:

يتميز لبن الأم باحتوائه على عناصر الوقاية مثل الأجسام المضادة والترانسفرين transferrin والانترفرون interferon وخلايا الدم البيضاء البالعة macrophages، والبروتين الذى يحلل جدر خلايا الجراثيم وهذه كلها مهمة لوقاية المولود وخصوصًا لعدم اكتمال جهازه المناعى. علاوة على ذلك فإن لبن الأم هو الغذاء الطبيعى للطفل ومحتوياته تناسب مكونات أنسجة الطفل وسرعة نموه وتطوره وتجنبه البدانه وتحميه من الحساسية التى قد يتعرض لها عند تناوله غذاء غير لبن الأم ويساعد على تكوين أسنانه سليمة. علاوة على أنه وسيلة ليتمتع الطفل بحنان الأم كما أن الرضاعة تشبع رغبات الأمومة وفرصة للأم تسترجع حجمها الطبيعى ويمكن أن يكون وسيلة طبيعية لمنع الحمل ولكن لابد أن يعتمد الطفل على الرضاعة بشكل كامل ومتكرر. علاوة على أن الرضاعة الطبيعية لا تحتاج إلى إعداد وجبات وتعقيم زجاجات وغلى اللبن...

الفطام Weaning :

الفطام يعنى تعويد الطفل على تناول الأطعمة بجانب لبن الأم ثم إيقاف لبن الأم تدريجيًا، وتبدأ هذ الفترة فيما بين اعتماد الطفل كلية على لبن الأم حتى تناول الطعام الذى يحل محل لبن الأم كلية.

وتختلف فترة الرضاعة من طفل لآخر فقد تستمر لفترة سنة وقد تطول إلى سنتين إذا أمكن ذلك ولكن حيث أن لبن الأم لا يمد الطفل بكل احتياجاته من العناصر الغذائية اللازمة للنمو فيجب أن يعطى الطفل أغذية خارجية بجانب لبن الأم كما سبق ذكره.

ويمكن إعداد الطفل للفطام بأن يعطى كميات صغيرة من الغذاء الخارجى وأحسن بديل للبن الأم هو لبن الحيوان المغلى والمنزوع الدسم وكذلك اللبن المجفف كما يمكن استعمال السوبرامين فى إعداد غذاء الطفل وتزداد الكميات المعطاه من اللبن الخارجى تدريجيًا مع كل وجبة. ويراعى عدم إبعاد الطفل مرة واحدة من صدر أمه بل يجرى ذلك تدريجيًا وهذا قد يستغرق عدة أسابيع، ويجب أن تكون زجاجات الرضاعة والحلمات نظيفة معقمة حتى لا يصاب الطفل بأى نزلات معوية أو إسهال أو أى أمراض أخرى.

وقد ظهر أنه يمكن بدء الفطام بإيقاف رضعة المساء وبعد ٢ - ٣ أسابيع أخرى إيقاف رضعة الصباح الباكر -وهذا الفطام التدريجي ليس في صالح الطفل فقط ولكنه أيضًا أكثر راحة للأم حيث يقل إفراز اللبن تدريجيًا. أحيانًا تتبع بعض الأمهات أسلوبًا غير صحي في الفطام وهو وضع مسحوق مر المذاق على حلمات الصدر أو إبعاد الطفل عن المنزل ولكن هذا الأسلوب سيء إذ أنه يشعر الطفل بأنه غير مرغوب فيه.

إعداد الطعام وتقديمه للطفل :

ينبغي أن يعطى الطفل الطعام نظيفًا تمامًا، فتغلى الأوعية المستعملة له على حدة لأنه من السهل أن يصاب الطفل بنزلات معوية أو إسهال نتيجة عدم نظافة الطعام.

وعند إطعام الطفل تجلسه الأم على رجلها وتطعمه بملعقة نظيفة وسوف يتعود الطفل تناول الطعام بالمعلقة والشرب بالكوب -وإذا حاول الطفل أن يعلم نفسه فعلى الأم أن تساعده على ذلك- ويراعى أن يكون الطعام المقدم للطفل لينًا وسهل الهضم حتى لا يسبب للطفل اضطرابات معوية، وبعد أن ينمو الطفل يمكن إطعام الطفل من غذاء الأسرة قبل وضع التوابل عليها وهذا أمر يقلل الجهد بالنسبة للأم كما أنه يساعد الطفل على تناول أنواعًا مختلفة من الطعام.

كيف نتأكد أن الطفل فى صحة جيدة وأن التغذية سليمة :

توجد علامات تمكن الأم من الحكم على سلامة صحة الطفل منها :

١-اضطراد نمو الجسم وزنًا وطولاً مع اعتدال القامة بسبب صحة العضلات والعظام.

٢- يزيد وزن الطفل إلى الضعف تقريبًا (٦ - ٦,٥ كجم) عند نهاية الشهر الرابع ثم يصبح ثلاثة أمثاله عند نهاية السنة الأولى من العمر (حوالى ٩ كجم).

٣-حيوية الطفل ويقظته وحبه للاستطلاع لما حوله.

٤-بريق العينين وعدم وجود دوائر سوداء تحتها.

٥-لمعان الشعر.

٦-ميل لون الجلد إلى الاحمرار.

٧-التمتع بشهية جيدة وسلامة الهضم.

٢- تغذية الطفل الرضيع ناقص الوزن Low Birth Weight Children :

الطفل ناقص الوزن هو الطفل الذى يولد بوزن أقل من ٢٥٠٠ جم وهذا يستخدم كمؤشر على صحة الأم وحالتها التغذوية قبل وخلال الحمل وكذلك صحة الطفل. والوزن الطبيعى للطفل يتراوح بين ٣ - ٤ كجم عند الميلاد. وعادة يولد الأطفال بعد اكتمال ٣٧- ٤٠ أسبوع، ولكن الأطفال ناقصى الوزن يولدون قبل اكتمال ٣٧ أسبوع من الحمل. ويوجد نوعان من الأطفال ناقصى الوزن : الطفل المبتسر Premature وهو الذى ولد قبل تمام فترة الحمل ولكن وزنه مناسب مع عمر الحمل gestational age، والطفل المتأخر فى نموه داخل الرحم intra-uterine growth retardation (IUGR) وهو الذى يولد قبل إتمام فترة الحمل وقد يولد بعد إتمام فترة الحمل.

ويكون هؤلاء الأطفال عرضة للإصابة بحالات سوء التغذية malnutrition وأيضًا بالعدوى وخصوصًا أنه يكتسب المناعة ضد الأمراض من الأجسام المضادة التى تصل إليه عن طريق الأم، والمعروف أن المناعة تزيد كلما طالت فترة الحمل.

يواجه الطفل غير مكتمل النمو مشكلات غذائية، فاحتياجاته من الطاقة مرتفعة، وأيضًا من بعض العناصر الغذائية خصوصًا فيتامين C، وامتصاصه ضعيف للدهون والفيتامينات الذائبة فيها، ومعدل طاقة الميتابوليزم القاعدى مرتفعة، وسرعة نموه عالية، ومعدل فقد الحرارة عن طريق الإخراج مرتفعة نظرًا لضعف امتصاص الدهون.

ويعتبر لبن الأم الغذاء الأمثل للطفل غير مكتمل النمو، وإن كان يعتبر البعض أن نسبة بروتين لبن الأم منخفضة، والمعروف أنه يزيد احتجاز النيتروجين بارتفاع نسبة بروتين الغذاء ولكن مدى استفادة الطفل من هذه الزيادة غير معروف.

يمكن تعويض ضعف امتصاص الدهون والفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء بزيادة الدخل من هذه العناصر ويحتاج الطفل إلى فيتامين C بكميات أكبر من الطفل العادى، وخصوصًا مع زيادة البروتين، وقد أظهر Levene وGordon (١٩٧٧) أن نقص فيتامين C يقلل من ميتابوليزم بعض الأحماض الأمينية مثل phenylalanine وtyrosine كما لوحظ احتياج الطفل إلى فيتامين D، ويحتاج إلى إعطائه حديد ابتداء من الشهر الثانى.

وعمومًا يحتاج هذا الطفل إلى الطاقة بمعدل يزيد عن ١٢٥ طاقة / كجم، ولكن يجب ألا تزيد عن ذلك حيث أنها قد تسبب آثارًا جانبية. ويكون احتياجاته من البروتين تصل إلى ٢,٨ جم / ١٠٠ كالورى أى أنها احتياجات مرتفعة وذلك بالنسبة للطفل الذى وزنه ١٥٠٠ جم إلى ٢٥٠٠ جم. فى حين يكون الاحتياج بمعدل ٢,١ جم بروتين / ١٠٠ كالورى لمن يصل وزن أعلى من ذلك وعادة تصل نسبة الدهون المتناولة إلى ما يعادل ٥٠ ٪ من الطاقة وحوالى ٤٠٪ فى صورة سكريات ثنائية إذا تحملها وإلا فيعطى سكريات أحادية.

يلاحظ أن هؤلاء الأطفال يولدون وليس لديهم إلا قدر ضئيل من احتياطى الدهن فى جسمهم، ولهذا فهم يعتمدون كليًا على ما يقدم لهم فى طعامهم، ولابد من الاهتمام بتناولهم الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع، وينصح WHO / FAO (١٩٩٧) أن يحتوى تركيب لبن الأطفال المبتسرين على أحماض دهنية طويلة عديدة عدم التشبع الأساسية بما يعادل ٥,٦٪ من إجمالى طاقة الغذاء. ويمكن تحقيق ذلك بأن يحتوى غذاء الطفل بالنسبة لكل كجم من وزنه : ٧٠٠ ملجم حامض لينوليك linoleic، ٥٠ ملجم حامض الفا لينولينك α-linolenic، و٦٠ ملجم من حامض أراكيدونيك arachidonic وما يتبعه من أحماض من عائلة w-6 و٤٠ ملجم من DHA.

وعلى أى حال فهناك حاجة للمزيد من الدراسات فى هذا الموضوع.

٣- تغذية الطفل فى مرحلة ما قبل المدرسة :

Pre-School Child Nutrition :

مقدمة :

تبدأ هذه المرحلة من بعد الفطام حتى سن ٦ سنوات سن الالتحاق بالمدرسة وعادة يكون الطفل أكثر أفراد الأسرة سوءًا فى التغذية حيث أنه لا يعطى العناية الكافية التى كان يحصل عليها وهو طفل رضيع كما أنه أصغر من أن يطعم نفسه بنفسه، يجب أن يأخذ الطفل كفايته من الأغذية البروتينية وخاصة البروتين الحيوانى اللازم لنموه طبيعيًا وخصوصًا هذه الفترة القصيرة التى هى فترة نمو سريع وحتى لا يكون الطفل معرضًا للإصابة بأمراض البرد والسعال وأمراض سوء التغذية.

وتنقسم هذه الفترة إلى مرحلتين :

- مرحلة الطفولة المبكرة toddler stage من سن ١ - ٣.
- مرحلة ما قبل المدرسة preschool stage من ٤ - ٦ سنة.

ولكى تكون تغذية الطفل سليمة وصحية لابد أن تناسب سرعة نموه حيث أن سرعة نمو الطفل خلال السنة الثانية أقل منه فى السنة الأولى وبناء عليه يحتاج الطفل إلى كميات أقل / كجم من وزنه وتقل شهيته ومع ذلك فلابد من التركيز والاهتمام بعناصر البروتين والكالسيوم والفوسفور والمغنسيوم والزنك، مع الاعتماد على اللبن كمادة غذائية أساسية ولابد من العناية بتغذية الطفل حتى يكون المخزون فى جسمه مناسبًا مع التركيز على عدم زيادة السكريات والحلوى عن الحد اللازم لأن ذلك يكون على حساب العناصر الغذائية الأخرى وخصوصًا وكما سبق فإن السكريات مصدر للسعرات الجوفاء. وحتى لا يكون هناك إفراط فى تناول الطاقة مما يؤدى إلى البدانة وما يليها من مخاطر.

الاحتياجات الغذائية :

ويوضح المتخصصون فى التغذية أن تكون العناصر الغذائية المتناولة كما يلى :

الطاقة :

يحصل ١٠٢ كالورى / كجم من وزن الطفل عمره ١-٣ سنة (١٨٠٠ كالورى/ اليوم)، ٩٠ كالورى للمرحلة التالية ٤ - ٦سنة (٢٠٠٠ كالورى / يوم).

البروتين: ١٦ جم للطفل عمر ١-٣ سنة، ٢٤ جم للطفل فى عمر ٤-٦ سنة. بمعدل ١,٦ جم / كجم وزن، ولابد أن يكون عالى القيمة التغذوية مع توافر العناصر الغذائية الأخرى.

الدهون:

تكون الدهون بما يعادل من ٣٠-٤٠٪، وقد تصل إلى ٥٠ ٪ من السعرات ويفضل ألا تزيد عن ذلك حتى لا يتعرض للبدانة، كما يفضل ألا يقل عن ٣٠٪ كما سبق، وحتى يكون طعم الغذاء مستساغًا.

الفيتامينات والمعادن :

تعتبر هذه العناصر هامة أيضًا ومعدل احتياج الطفل لها مرتفعًا حتى يكون نموه وتطوره طبيعيًا والاحتياجات من الفيتامينات والمعادن (جدول ١٠ - ٧).

جدول (١٠-٧) الكميات الموصى بها من الفيتامينات والمعادن للطفل حتى نهاية مرحلة الطفولة (RDA ١٩٨٩)

	الفيتامينات التي تذوب في الدهن				الفيتامينات التي تذوب في الماء							المعادن						
الطور بالسنوات	A ميكرو جرام ريتول	D ميكرو جرام	E ميكروجرام ألفا توكوفيرول	k ميكرو جرام	ثيامين ملجرام	ريبوفلافين ملجم	نياسين ملجم	B_6 ملجم	فولاسين ميكرو جرام	B_{12} ميكرو جرام	C ملجم	كالسيوم ملجم	فوسفور ملجم	ماغنسيوم ملجم	حديد ملجم	زنك ملجم	يود ميكرو جرام	سلينيوم ميكرو جرام
١	٣٧٥	١٠	٤	١٠	٠,٤	٠,٥	٦	٠,٦	٣٥	٠,٥	٣٥	٦٠٠	٥٠٠	٦٠	١٠	٥	٥٠	١٥
١-٣	٤٠٠	١٠	٦	١٥	٠,٧	٠,٨	٩	١,٠	٥٠	٠,٧	٤٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠	١٠	١٠	٧٠	٢٠
٤-٦	٥٠٠	١٠	٧	٢٠	٠,٩	١,١	١٢	١,١	٧٥	١,٠	٤٥	٨٠٠	٨٠٠	١٢٠	١٠	١٠	٩٠	٢٠
٧-١٠	٧٠٠	١٠	٧	٣٠	١,٠	١,٢	١٣	١,٤	١٠٠	١,٤	٤٥	٨٠٠	٨٠٠	١٧٠	١٠	١٠	١٢٠	٣٠

٤ـ تغذية الطفل فى عمر ٧ ـ ١٠ سنوات :

الاحتياجات الغذائية :

احتياجات الطاقة :

يحتاج الطفل فى هذه المرحلة إلى الطاقة بمعدل ٧٠ كالورى / كجم وزن الجسم (٢٠٠٠ كالورى / يوم).

احتياجات البروتين :

تبدأ احتياجات البروتين بمعدل ١,٦ جم / كجم من الوزن ثم تقل تدريجيًا إلى ٠,٨ جم / كجم للأنثى، و٠,٩ جم / كجم للذكر. على أن يكون عالى القيمة التغذوية مع توافر العناصر الغذائية الأخرى.

احتياجات الدهون :

تكون الدهون بمعدل ٣٠ ٪ من الطاقة الكلية وينبغى ألا تقل أو تزيد عن ذلك.

الفيتامينات والمعادن :

تلعب المعادن دورًا هامًا للجسم رغم أن نسبتها ضئيلة فى الجسم لا تزيد عن ٣- ٤٪ ولابد أن يعطى الطفل احتياجاته من الفيتامينات والمعادن كما هو موضح فى جدول (١٠-٥).

العوامل المؤثرة فى تغذية الطفل :

عند تقييم تغذية الطفل لابد من الأخذ فى الاعتبار جميع العوامل المؤثرة فى ذلك، ليس فقط كمية الغذاء ونوعيته بل أيضًا العوامل المحيطة بذلك لأنها تؤثر تأثيرًا كبيرًا فيما يأكله الطفل، فالعوامل الأسرية التى تتضمن المستوى الاقتصادى ودورها الكبير فى تحديد نوعية وكمية الغذاء المقدم، بل أيضًا مستوى وعى الأم بأهمية الغذاء وما به من عناصر غذائية مختلفة بجانب الاهتمام بالعادات والتقاليد المنتشرة، وأنواع الأغذية المفضلة والمتجنبة، وخصوصًا بواسطة الأم؛ لأن الأم تقدم ما تحبه من أغذية وأطعمة وتتجنب تلك الأغذية التى لا تحبها رغم أنها قد تكون عالية القيمة التغذوية، وكذلك المناخ الأسرى وأسلوب معاملة الطفل عند تقديم الطعام له، فقد يكون هذا الأسلوب فيه من المعاملة السيئة ما يجعل الطفل يربط بين تناول الطعام وهذه المعاملة، فيكره الطفل الطعام. ولهذا لابد أن يحاط الطفل بجو من السعادة تجعله يقبل على الطعام بشهية.. علاوة على أن حالة الطفل من جوع أو شبع وقت تقديم الطعام لابد أن تؤخذ فى الاعتبار، ولذا يفضل أن تقدم أغذية بين الوجبات (تصبيرة) قبل ميعاد الوجبة بوقت كاف.. وينصح الآباء بتعليم أطفالهم كيفية اختيار الأغذية حتى تتكون

عندهم عادات سليمة، خصوصًا وأنه يقضى يومه الدراسى فى المدرسة ويأخذ مصروفه اليومى ويشترى بحرية تامة من مطعم المدرسة.. فإذا لم يتعلم أسس اختيار الأغذية فقد يركز فى اختيار الأطعمة ذات السعرات الجوفاء الخالية من العناصر الغذائية الأخرى، وبتكرار ذلك يوميًا فإنه يتعرض لنقص فى الفيتامينات والمعادن، وخصوصًا إذا لم يعوضه فى المنزل، مع ملاحظة أن نسبة كبيرة من الأطفال لا تفضل تناول الخضروات.. كما أن هذا السلوك المتكرر يعرض الطفل لزيادة الوزن تدريجيًا، إما بزيادة ترسيب الدهن الناتج من السعرات الزائدة عن الحاجة فى الخلايا الدهنية الموجودة hypertrophy وهذا هو الأرجح، أو بزيادة فى عدد الخلايا الدهنية hyperplasia، وغالبًا ما يتعرض هؤلاء الأطفال للسمنة وما يتبعها من متاعب صحية. علاوة على أن زيادة تناول الحلوى والمشروبات الغازية دون نظافة الفم يعرض الأسنان للتسوس.

كما يتعرض الأطفال للإصابة بالأنيميا نظرًا لأنهم فى مرحلة نمو ويحتاجون إلى العناية فى غذائهم على أن يكون غنيًا بالعناصر التى تقى من الأنيميا مثل الحديد والنحاس والبروتين وبعض الفيتامينات... وقد تكون وجباتهم ناقصة فى واحد أو أكثر من هذه العناصر مما يؤدى إلى إصابتهم بالأنيميا وخصوصًا فى حالة إصابتهم بحالات إسهال أو أمراض معدية مزمنة أو الإصابة بالطفيليات أو إلى حالات فقدان الدم المتكرر.

وكثير من الأطفال لا يجدون الوقت الكافى صباحًا لتناول وجبة الإفطار، والبعض منهم لا يجد أى شهية لتناول الطعام، وهذا الإجراء سىء للغاية، إذ أن وجبة الإفطار تأتى بعد انقضاء حوالى عشرة ساعات على آخر وجبة تناوله، وهى وجبة العشاء فى اليوم السابق... فلا يستطيع الطفل التركيز فى الفصل أو متابعة شرح المدرس وفهمه كما ظهر من الدراسات العديدة، كما أن الجوع يجعل الطفل قلقًا... ولهذا لابد من الاهتمام بهذه الوجبة حتى يمكن إعطاء الطاقة اللازمة لعمل المخ وتشغيله ولإشباع حاجة الطفل من العناصر الغذائية، فيمكن قضاء اليوم المدرسى دون التعرض لأى مشكلات.

ولابد من العناية بنوعية الأغذية التى يتناولها الطفل بين الوجبات لأنها لابد أن تكون ذات قيمة تغذوية عالية دون الاعتماد على الأغذية السريعة ذات المحتوى العالى من السعرات الجوفاء أو ما بها من ألوان صناعية ضارة بالصحة.

رابعًا : التغذية فى مرحلة المراهقة (١١ ـ ١٨ سنة)

Nutrition For Adolescents :

مقدمة : تعتبر فترة المراهقة امتداد لفترة الطفولة وهـى الفـترة الثانيـة للنمـو السريع ويرافقها تغيرات جسمية تؤدى فى النهاية إلى البلوغ adulthood. وليس مـن السهل التمييز بين مراحل النمو فهـى متداخلـة ودائمًـا يوصـف المراهقـون بـأنهم ذوو عادات غذائية سيئة.

وخلال هذه المرحلة يزيـد وزن المراهـق. ولـذا فهنـاك احتياجـات لابـد مـن سدها حتى لا يدخل فى مشاكل سوء التغذية.

وبصفة عامة تنقسم فترة المراهقة إلى قسمين: المراهقة المبكرة early adolescence (١١-١٤ سنة) والمراهقة المتأخرة late adolescence (١٥ - ١٨) سنة.

الاحتياجات الغذائية :

الاحتياج للطاقة :

يحتاج الذكور بمعـدل ٥٥ كـالورى / كجـم مـن الـوزن (٢٥٠٠كـالورى / لليوم) للمرحلة الأولى من المراهقة و٤٥ كالورى / كجم من الوزن (٣٠٠٠ كالورى اليوم) للمرحلة الثانية أما الإنـاث فالاحتيـاج بمعـدل ٤٧/كجـم وزن الجسـم (٢٢٠٠ كالورى/ يوم) للمرحلة الأولى من المراهقة و٤٠ كالورى / كجم من الوزن (٢٢٠٠ كالورى / يوم) للمرحلة الثانية.

الاحتياج للبروتين :

يعتبر احتيــاج البروتين مـن الاحتياجـات المرتفعـة لهـذه المرحلـة وتكـون فـى المتوسط ٥٠ - ٦٠ جم / اليوم ولو أن الدراسات الحالية توصى ٤٥ - ٧٢ جم / اليوم.

الاحتياجات للفيتامينات والمعادن :

تعتبر هذه العنـاصر مـن العوامـل المهمـة للتغذيـة السـليمة وخصوصًـا وأن المراهـق يستمر حسمه فى الزيادة كما أن عمليات الميتابوليزم نشطة ولابد من توفير متطلبـات هـذه الأنشطة. ويوضح حدول (١٠-٨) الكميات الموصى بها من الفيتامينات والمعادن.

جدول (١٠-٨) الكميات الموصى بها من الفيتامينات والمعادن للفرد أثناء مرحلة المراهقة ١١ - ١٨ سنة (RDA ١٩٨٩)

الطور بالسنوات	الفيتامينات التي تذوب في الدهن				الفيتامينات التي تذوب في الماء							المعادن						
	A ميكروجرام ريتول	D ميكرو جرام	E ميكروجرام ألفا توكوفيرول	k ميكرو جرام	ثيامين ملجرام	ريبوفلافين ملجم	نياسين ملجم	B_6 ملجم	فولاسين ميكرو جرام	B_{12} ميكرو جرام	C ملجم	كالسيوم ملجم	فوسفور ملجم	ماغنسيوم ملجم	حديد ملجم	زنك ملجم	يود ميكرو جرام	سلينيوم ميكرو جرام
ذكور																		
١١-١٤	١٠٠٠	١٠	١٠	٤٥	١,٣	١,٥	١٧	١,٧	١٥٠	٢,٠	٥٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٢٧٠	١٢	١٥	١٥٠	٤٠
١٥-١٨	١٠٠٠	١٠	١٠	٦٥	١,٥	١,٨	٢٠	٢,٠	٢٠٠	٢,٠	٦٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٤٠٠	١٢	١٥	١٥٠	٥٠
إناث																		
١١-١٤	٨٠٠	١٠	٨	٤٥	١,١	١,٣	١٥	١,٤	١٥٠	٢,٠	٥٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٢٨٠	١٥	١٢	١٥٠	٤٥
١٥-١٨	٨٠٠	١٠	٨	٥٥	١,١	١,٣	١٥	١,٥	١٨٠	٢,٠	٦٠	١٢٠٠	١٢٠٠	٣٠٠	١٥	١٢	١٥٠	٥٠

ويوضح جدول (١٠-٩) تطور تركيب الجسم من بعض العناصر الغذائية من الطفولة إلى البلوغ وهذا يعكس تغير الاحتياجات الغذائية خلال مراحل العمر المختلفة.

جدول (١٠-٩) تطور تركيب جسم الإنسان
من بعض العناصر الغذائية خلال مراحل العمر المختلفة[(١)]

البيان	الطفل المكتمل النمو عند الميلاد	طفل ذكر عمره ٤,٥ سنة	شخص بالغ
وزن الجسم كجم	٣,٥	١٤,٠	٦٥,٠
تركيب الجسم[(٢)]			
ماء جم	٨٢٣,٠	٦٩٥,٠	٣٢٠,٠
N كلى جم	٢٢,٦	٣٨,٢	٣٤,٠
Na مليمكافئ	٨٢,٠	-	٨٠,٠
K مليمكافئ	٥٣,٠	٦٥,٠	٦٩,٠
Cl مليمكافئ	٥٥,٠	-	٥٠,٠
Ca جم	٩,٦	٢١,١	٢٢,٤
P جم	٥,٦	١٠,٥	١٢,٠
Mg جم	٠,٢٦	٠,٣٦	٠,٤٧
Fe ملجم	٩٣,٩	٦٤,٢	٧٤,٠
Cu ملجم	٤,٧	٣,٣	١,٧
Zn ملجم	١٩,٢	٢٢,٣	٢٨,٠

(١) المصدر : Brown وPike (١٩٧٥).

(٢) تم الحساب لكل كجم من وزن الجسم الخالى من الدهن.

المشاكل الغذائية التى يتعرض لها الفرد خلال فترة المراهقة :

يتعرض المراهقون إلى بعض المشاكل الناتجة عن سوء التغذية، من بينها الإصابة بالأنيميا، وخصوصًا المراهقات، لأسباب متعددة منها نقص الحديد فقد

أظهرت العديد من الدراسات أن متوسط ما تتناوله الفتاة فى هذا العمر يعادل تقريبًا ٥٠٪ من الاحتياجات الغذائية، ويرجع هذا إلى تقليل عدد الوجبات اليومية بغرض خفض الوزن وتجنب البدانة، أو إلى اتباع أسلوب غير سليم فى اختيار الوجبات، أو انخفاض الوعى بأهمية التغذية السليمة أو إلى انخفاض المستوى الاقتصادى للأسرة مما لا يتيح فرصة لتناول الأغذية ذات القيمة التغذوية المرتفعة، هذا علاوة على فقد الدم أثناء الدورة الشهرية، ولذا تنتشر الأنيميا بين الإناث أكثر من الذكور.

كما يتعرض المراهقون إلى زيادة الوزن والبدانة، وخصوصًا بين الذكور، هذا يرجع لأسباب عدة، منها انخفاض الوعى التغذوى نظرًا لعدم تدريبهم التدريب الصحيح لاختيار الأطعمة والأغذية المناسبة.

ويكثر الشباب من الجنسين على تناول الوجبات السريعة مثل همبرجر hamburger، الدجاج المحمر، البطاطس المقلية chips، وهى وجبات تقدم سريعًا دون فترة انتظار طويلة، كما أن بعضها يلائم مصروفهم اليومى ويعتبرها البعض منهم مظهرًا حضاريًا.

ولكن هذه الوجبات مرتفعة فى محتواها من الطاقة والأحماض الدهنية المشبعة، فمثلاً قطعتين من الدجاج المحمر تحتوى على ٦٧٥ كالورى، قطعة كبيرة من الهمبرجر hamburger تعطى ٦٣٠ كالورى، كوب لبن محلى بالشيكولاتة يعطى ٣٨٣ كالورى. علاوة على أن هذه الوجبات منخفضة فى محتواها من فيتامين A ومن الألياف، وقد تكون مرتفعة فى ملح الطعام.

كما أن الفرد قد يتعرض لمشاكل حياتية أو مشاكل متعلقة بدراسته أو تعامله مع زملائه أو أفراد أسرته الذين ينظرون إليه على أنه مازال طفلاً إلا أن تطلعاته تجعله ينظر لنفسه على أنه شخص ناضج مسئول، ومن ثم يتعرض لصراع نفسى، وقد يدفعه ذلك إلى زيادة تناوله للأكل... كما أن هذه الظروف تؤدى إلى عدم قدرة الفرد على صنع القرار الصائب وإصداره...

ولهذا من الضرورى توعية الأسرة بدور التغذية فى تجنب الوقوع فى مشكلات صحية لها أبعاد نفسية، سلوكية وعقلية.

وتجدر الإشارة إلى أهمية التغذية بالنسبة لجميع الفئات من بينها تلاميذ

وطلاب المدارس والجامعات وذلك لأهميتها ليس فقط للنمو والتطور بل أيضًا فى الأداء التفكيرى لأن الفرد يحتاج إمداده بالتغذية الصحية التى يحتاجها المخ البشرى فيتمكن من أداء أنشطته العقلية من تفكير وإصدار القرار الصائب وحلول المشكلات إذ أن سوء التغذية يؤدى إلى اضطراب فى التفكير وفى أداء وظائف المخ.

إن المخ هو العضو الذى يوجد فى تجويف الرأس، ويمثل بعد اكتمال نضجه ٢٪ تقريبًا من وزن الإنسان البالغ.

ورغم صغر حجم المخ إلا أنه يعتبر من أهم أعضاء الجسم إن لم يكن الأهم وذلك لأنه يعتبر جهاز التحكم والتشغيل لكل أعضاء الجسم بكافة وظائفها بالإضافة إلى ذلك فالمخ لا تتجدد خلاياه بمعنى إذ تلفت خلية من خلاياه بعد أن يصل لحجمه النهائى فإن هذه الخلية لا ينمو بدلاً منها. فإذا علمنا أن للتغذية أثر كبير على المخ من حيث تركيبه ووظائفه فإننا يجب أن نهتم بتغذية المخ حتى نحافظ عليه وعلى وظائفه وبالتالى نحافظ على جسم الإنسان فى حالة صحية ووظيفية جيدة.

ويتركب المخ من نصفين كرويين أيمن وأيسر ومن ١٠-١٠٠ مليون خلية عصبية دائمة الشحن. ويتصل بكل خلية من ١٠-١٠٠ ألف من الشعيرات العصبية التى تعمل كوصلات ولجمع المعلومات.

وتلعب التغذية دورًا هامًا فى بناء المخ وتطوره وفى أداء المخ لوظائفه ومن بينها التعليم والتحصيل. ومعروف أن سوء التغذية فى المراحل الأولى من الحياة يؤدى إلى تأخير النمو الجسمى وبطء المخ وتعثر التعلم واضطراب وعدم القدرة على التركيز وتغير السلوك وهذا يصاحبه صغر حجم المخ وخفض عدد خلاياه وتغير فى وضع وشكل الخلايا العصبية وهذه التغيرات من الصعب تصحيحها وخصوصًا إذا كانت فى مرحلة مبكرة من العمر وكانت مصحوبة بنقص شديد فى البروتين والطاقة Scrim- shaw (١٩٦٨) وCoursin (١٩٧٢).

ويتوقف تشغيل المخ بصفة أساسية على التغذية ونوعيتها فهى مصدر المواد العصبية الناقلة neurotransmitters وحاملة المعلومة فى صورة نبضة عصبية فى الاتجاه الصحيح والتشغيل المطلوب.

وتبرز أهمية التغذية لكل نصف كروى للمخ فى تشغيل استراتيجية تشغيل

المعلومات التى تستخدمها فالنصف الكروى الأيسر للمخ البشرى مسئول عن التفكير الخطى التتابعى والتفكير التحليلى والتفكير المنطقى والفروض المجردة وتشغيل المعلومات فى أجزاء صغيرة متتابعة والتعليم اللفظى، أما وظائف النصف الكروى الأيمن للمخ تتضمن نطاق التفكير الفرضى والتفكير المكانى والمثيرات غير المألوفة والتخيل والإبداع والعاطفة واستقبال الصور (فؤاد قلادة ١٩٩٢).

وقد ذكر Trevathen (١٩٩٠) أن الاختلاف فى وظائف كل نصف كروى ترجع إلى نوع الموصل العصبى neurotransmitter وأن المواد العصبية الناقلة هى عناصر غذائية مرتبطة بالتغذية والعمليات التغذوية أى أن التغذية وأنواع الأغذية المتناولة تشكل الحجر الأساسى فى عملية تعليم الفرد وتساعد التغذية على التحصيل الجيد وقيام المخ بوظائفه على الوجه الأكمل ومن المواد العصبية الناقلة السيروتونين serotonin الذى يتكون من الحامض الأمينى تريبتوفان tryptophan الكاتكولامين catecholamine ويتكون من الحامض الأمينى تيروسين tyrosine والاستيل كولين acetylcholine ويتكون من الكولين choline.

كما تلعب المواد المعدنية دورًا فى التعلم، حيث يعمل التبادل الأيونى لكل من الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم فى الخلايا والموصلات العصبية على إفراز المواد العصبية الناقلة كما أن نشاط الإنزيمات اللازمة يتوقف على وجود أيونات الكالسيوم والماغنسيوم (Brown وPike ١٩٧٥). كما يساعد النياسين فى ورود الدم إلى المخ ولذا فهناك حاجة ماسة إلى دراسة العلاقة بين التغذية ونمط التفكير والتعليم.

وفى الدراسات الخاصة بالغذاء ودوره فى تكوين المواد العصبية الناقلة، أشار Rawls (١٩٧٨)(*) إلى ضرورة وجود المولدات العصبية الناقلة فى الغذاء حتى يستطيع المخ تأدية وظائفه فى التحصيل والتفكير وإصدار القرار وتوجيه السلوك توجيهًا سليمًا وحل المشكلات والإبداع.

ولتوضيح العلاقة الوثيقة بين السلوك الغذائى للفرد وتعلمه، فمثلاً الاستيل كولين له دور فى قدرة الفرد على التعلم بحيث إذا نقص هذا الموصل نتيجة تناول

(*) إيزيس نوار وآخرون.

مضاداته تعرض الفرد إلى مشكلات وصعوبات تؤدى إلى انخفاض قدرتـه علـى التعلـم واضطرابات وتعثر فى الحركة.

ومن الجانب الآخر إن للعوامل الاقتصادية والاجتماعية دور ليس قليلاً فى نمو الفرد وتغذيته وتعلمه. فليس من قبيل الحديث المعاد توضيح العلاقـة الوثيقـة بـين تأثـير العوامل الاقتصادية على اختيار وتخطيط الوجبات الغذائية ونوعيتها ودور تلك العوامل على إشباع حاجات الفرد البيولوجية والنفسية والاجتماعيـة وعـدم تعـرض الفـرد إلى احباطات تؤثر على تعلمه.

وبنفس الحديث عن العوامل الاقتصادية نتناول العوامـل الاجتماعيـة ودورهـا فى تهيئة المناخ النفسى الصحى السليم وانطلاق قـدرات الفـرد فـى حريـة بعيـدة عـن القهر والكبت والاحباطات.

ولا يختلف الحديث عن أثر العوامل الاقتصادية والاجتماعية عن ضرورة تهيئـة المناخ التربوى الصالح فى المدرسة بحيث يعتنى بتربية الدارس بعيدًا عن الاحباطـات بـل توفير كل المتطلبات التى يحتاجها وظائف المخ البشرى فى التحصيل والإبداع والتفكير الابتكارى.

إن النظرة المعاصرة لتربية الإنسان تقتضى تخطيط متكامل فى التغذية والتنشـئة والتحصيل والتعلم، وأوضح Elie وShenour (١٩٧٧)(*) تأثير البيئة والتغذية فى البناء الكيميائى الفسيولوجى للجهاز العصبى الذى يشكل سلوك الإنسان فى المواقـف التـى تصادفه فى الحياة، وقد أشار فؤاد قلادة (١٩٩٣) عن Clark إلى علاقة المثيرات البيئية بزيادة عدد خلايا الجليا Gilia التى تحيط بالخلايا العصبية والتى يكون لها دور كبير فى تغذية المخ البشرى بالمعلومات كما تستخدم كغلاف يضـم المـخ وفـى تشـكيل الخليـة العصبية ومحورها لتصبح موصلاً جيدًا وسـريعًا لضـخ الإشـارات الخارجيـة مـن الخليـة العصبية بسهولة ويسر وبدون هذا التغليف للخلايا ومحورها تتسرب المعلومات الواردة وتنتشر دون أن يتم لها الوصول إلى جسم الخلية أو تخزينها فى الذاكرة. إن زيادة عدد خلايا الجليا Gilia تزيد من قوة الشحن العصبى للخلايا وخروج النبضات العصبية من وإلى المحور والخلايا المجاورة.

(*) إيزيس نوار وآخرون.

غير أن زيادة تلك الخلايا مرهون بتوفير العوامل البيئية المناسبة والمواقف التعليمية التى يوجد بها الدارس. فالبيئة الثرية المشوقة والمرغوبة للدارس والبعيدة عن الإحباطات تزيد الدافعية لاكتساب المعلومات التى يحملها المثير بحيث تتحول عن طريق الأعصاب الحسية إلى منبهات عصبية تزيد من خلايا الجليا، وبالتالى تزداد سرعة نشاط الا صلة العصبية، ويزداد تبادل النبضة العصبية الواردة من خلي ة إلى أخرى فتسمح لأنماط معقدة للتفكير من العمل بسرعة لإتمام عملية التعلم.

وقد أوضح جونسون Johnson (١٩٨٥) فى دراسته بأن المخ البشرى يشير العضلات فى كونها تعمل بأقصى مستوياتها عندما تعطى المهام المطلوبة، فإذا ما كانت تلك المهام شاقة ومعقدة ولكنها مقدمة للدارس بدافعية مشوقة، فإن تلك الاستراتيجيات فى التدريس التى تتوفر فيها تلك الدافعية والتشويق تنشط النصفين الكرويين الأيسر والأيمن للمخ ويحدث التفاعل بينهما. أما التدريبات المملة غير السارة للتلاميذ تؤدى إلى غلق البوابات التى تصل بين النصفين الكرويين. ومن ثم فإن العوامل النفسية السارة لا تؤدى فقط إلى توفير متطلبات تشغيل وظائف المخ فى التعلم ولكن أيضًا تزيد من قدرة الفرد على الاستفادة من الغذاء الصالح وتمثيله وظيفيًا ويؤدى إلى إتمام أداء الغذاء لوظائفه للجسم وللمخ البشرى على وجه الخصوص.

إن عملية بناء الإنسان تتطلب الآن تخطيطًا متكاملاً فى التخطيط التغذوى مصحوبًا بتخطيط المناهج والبرامج التعليمية على اعتبارها تغذية معلوماتية موجهة إلى برمجة المخ بالمعلومات المفيدة. وكذا بتوفير المناخ الاقتصادى والاجتماعى الصالح والمناسب لتشغيل وظائف الأجهزة المختلف فى جسم الإنسان والمخ خصوصًا.

وعند الحديث عن عملية محتوى التغذية المعلوماتية المتعلقة بالمنهج والبرامج التعليمية التى تهيىء التعلم السليم يجب إتاحة الفرصة للمتخصصين فى تخطيط عملية التعلم بحيث تكون فى صورة محتوى متوازن ومتكامل مع وظائف النصفين الكرويين الأيسر والأيمن للمخ البشرى. إذ ثبت أنه بالرغم من كون كل نصف كروى له وظائفه المتخصصة، فإنه توجد علاقة بين جانبى المخ، بمعنى أن كل نصف كروى يشارك فى الوظائف للنصف الكروى الآخر، كما أن كلاً من النصفين الكرويين يشاركان بعضهما البعض فى معظم الأنشطة بصورة متكاملة. وكما يشير فؤاد قلادة

(١٩٩٣) أنه بالرغم من هذه المشاركة الثنائية، إلا أن كل نصف كروى يقوم بتشغيل المعلومات تشغيلاً مختلفًا عن النصف الآخر إذا توافرت عناصر التغذية والغذاء الصالح المناسب.

تقود المناقشة السابقة إلى مسألة هامة وهى ضرورة تخطيط البرامج التغذوية والتعليمية والبيئية تخطيطًا سليمًا يؤدى إلى تعلم سليم وتفكير مبدع بناء وسلوك سوى وبغير هذه النظرة التكاملية فى بناء الإنسان يكون النمو العقلى والنفسى عشوائيًا أحيانًا، ومتضاربًا أحيانًا أخرى.

إن قدرة الفرد على تكوين المواد العصبية الناقلة واللازمة لتشغيل المخ تختلف باختلاف نوعية الغذاء ومحتوى الوجبة. فمثلاً تناول البروتين يقلل من وصول الحامض الأمينى تريبتوفان إلى المخ فينخفض مستوى **serotonin** فى المخ نظرًا لأن البروتين يمد الدم بأحماض أمينية أخرى تعطل من وصول **tryptophan** للمخ ولكن تناول الكربوهيدرات يعمل على إفراز البنكريات للأنسولين الذى يعمل على سحب الأحماض الأمينية المنافسة إلى **tryptophan** إلى العضلات. وكذا يعمل على انفصال الأحماض الدهنية الحرة عن الألبيومين مما يساعد على وصول **tryptophan** إلى المخ. ويزيد تأثير المواد النشوية عن المواد السكرية **Wurtman** (١٩٨٧) وخصوصًا وجبة الإفطار (**Ashly** ١٩٨٦).

ومن جهة أخرى فإن تأثير البروتين على **tryptophan** يختلف باختلاف نوعية البروتين والأحماض الأمينية فقد وجد **Wurtman** (١٩٨٧) أن الكازين وهو غنى فى **tryptophan** لا يقلل من وصول **tryptophan** إلى المخ مثل غيره من البروتينات لأن الكازين لا يقلل من تأثير الكربوهيدرات بالنسبة لوصول **tryptophan** إلى المخ بعكس الجيلاتين وهو فقير فى **tryptophan** فإنه يوقف فعل الكربوهيدرات وهذا يوضح أهمية تناول اللبن.

كما تختلف قدرة الفرد على تكوين المواد العصبية الناقلة حسب قوام الجسم فالشخص البدين تقل قدرته على تكوين المواد العصبية الناقلة مثل **serotonin** وذلك لأن مستوى **tryptophan** فى الفرد البدين منخفض مما يعكس ارتفاع مستوى الأحماض الأمينية الأخرى نتيجة لمقاومة فعل الأنسولين وخصوصًا إذا تناول الفرد وجبة غنية فى البروتين ومنخفضة فى الكربوهيدرات.

وتتأثر قدرة المخ على تكوين المواد العصبية الناقلة حسب درجة توازن الأحماض الأمينية حيث وجد Dalal وآخرون (١٩٨٧) أن زيادة الحمض الأمينى leucine خصوصًا فى وجبة منخفضة فى البروتين يقلل من قدرة المخ على تكوين المواد العصبية الناقلة كما ظهر فى الفئران أن التغذية على نشا الذرة أدت إلى انخفاض المواد العصبية المتكونة. أما زيادة الحامض الأمينى lysine لا يقلل من قدرة المخ على تكوين المواد العصبية (Yokogoshi وآخرون ١٩٨٦).

وتقوم الناقلات العصبية بدور هام فى التعلم والتذكر فوجود المثير يعمل على إفراز المواد العصبية الناقلة مثل سيروتونين serotonin وهذا يؤدى إلى تكوين الأدنين الدائر أحادى الفوسفات CAMP وكذا أيونات بوتاسيوم كما يزيد حساسية جدار الخلية وينتج عن ذلك دخول أيونات الكالسيوم لداخل الخلية فيفرز الموصل العصبى وينشط الأعصاب (Byrne وآخرون ١٩٩١).

وذكر Richer وSegal (١٩٩٣)، أن الموصلين العصبيين الاستيل كولين acetylcholine وسيروتونين serotonin يتفاعلان معًا فيسهل للمخ القيام بوظائفه المعرفية وأن انخفاض مستواهما يقلل من القدرة على التعلم وإخلال بوظيفة التذكر إلا أن Stecker و Sahgal (١٩٩٥) وجدا أن الاستيل كولين مع الجلوتاميت glutamate يلعبان معًا دورًا كبيرًا فى التذكر.

إن عملية الميتابوليزم التى تتم بصورة مستمرة غير منقطعة فى الجسم ينتج عنها نواتج ميتابوليزمية ومواد حرة تعيق التعلم وتقلل نشاط المخ والقدرة على التذكر إلا أن الوسط ينقى من هذه المواد بواسطة Dopamine وnoreinephrine وCAMP (Cai وآخرون ١٩٩٤).

وعند تعلم خبرة أو معلومة جديدة فإن خبرات أو معلومات سابقة قد يتذكرها الإنسان وتحدث تشويشًا على ما يتعلمه ولكن Hasselmo (١٩٩٥) وجد أن الموصلات العصبية تعمل على زيادة إثارة الوصلات العصبية أحيانًا وتقلل أو تمنع الإثارة أحيانًا أخرى وهذا يمنع تذكر الخبرات السابقة فيمنع التشوش.

وعند التعلم فى حالة التعب أو عدم كفاية نوم الإنسان فإن الموصل العصبى كاتكولامين Catecholamine يحسن من القدرة على التعلم (Branes وBranes ١٩٩٢).

وبالنسبة للنصفين الكرويين فقد وجد Kruglikov وآخرون (١٩٩١) أن noradrenaline أكثر تركيزًا فى النصف الكروى الأيمن فى الفئران.

وفى دراسة أجريت فى جاميكا على الأطفال مختلفى الأطوال (Mcgrcor وآخرون ١٩٩١) ظهر أن الأطفال ذوى الطول الطبيعى كانوا يتمتعون بذكاء أعلى من المتقزمين، وأن التغذية الجيدة كان لها أثر إيجابى ذى دلالة على الأطفال وخصوصًا إذا كان مصحوبًا بمثيرات اجتماعية.

كما قامت إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٦) بدراسة دور التغذية فى التحصيل الدراسى ونمط التفكير والتعليم باستخدام اختبار Torrance (صلاح مراد ومحمد مصطفى ١٩٨٢) وذلك لمعرفة استخدام كل نصف كروى على حدة وكليهما معًا - وذلك على عينتين عشوائيتين من تلاميذ وتلميذات المرحلة الإعدادية بمدينتى الإسكندرية وجدة.

وقد أظهرت النتائج علاقة ارتباطية ذات دلالة إحصائية بين التغذية الجيدة والتحصيل الجيد وبالنسبة للعلاقة الارتباطية بين التغذية ونمط التفكير فكانت هناك علاقة ولكنها لم تكن دالة إحصائيًا، وقد يرجع ذلك إلى صغر حجم العينة وقصر المدة علاوة على عوامل أخرى عديدة منها كما ذكرت Richie (١٩٦٧) أن استفادة الفرد من الغذاء تتوقف على حالته النفسية بجانب العوامل الأخرى المرتبطة.

ولذلك فأوصى البحث بأهمية التوسع فى دراسة دور التغذية وعمل المخ.

خامسًا: تغذية المسنين Nutrition For The Aged (Geriatric nutrition):

مقدمة :

إن تقدم عمر الإنسان aging عملية مستمرة تبدأ من وقت الإخصاب وتنتهى بالموت، ويقصد بتقدم العمر هو تعديل فى العمليات الكيميائية الحيوية التى تحدد التغير فى التركيب البنائى والوظيفى للخلية وللأنسجة باطراد العمر، والشخص المتقدم فى السن هو الشخص الذى يحدث فيه هذا التغير بنسبة حوالى ٦٥٪، ويعدل المرض من هذا التغيير، ولكن هذا يحتاج للمزيد من الدراسة. وحيث أن الغذاء عامل بيئى، وأن الإنسان يمكنه التحكم فيه، فيمكن للإنسان أن يستعمل الغذاء كوسيلة لتقليل هذا التغيير أو منعه نتيجة مرض، ولكن على أى حال فمطلوب مزيد من الدراسات لمعرفة دور التغذية فى طبيعة وسرعة هذا التغير.

والملاحظ الآن أن متوسط عمر الإنسان قد ارتفع فى العالم خصوصًا فى الدول المتقدمة خلال العقود الثلاثة الأخيرة من القرن العشرين، وهذا يرجع إلى عدة عوامل منها التغذية السليمة وتحسن صحة البيئة وحالة المرافق المنزلية وتقدم وسائل العلاج...إلخ.

وهناك مشاكل قد يتعرض لها الفرد نتيجة تغير فى الجهاز الهضمى مثل نقص إفرازات الغدد المعوية، زيادة رقة جدار الأمعاء أو حدوث إمساك أو فقد أسنان، كما تحدث تغيرات فى تركيب الجسم حيث تقل نسبة العضلات وتزيد نسبة الدهون، وهناك مشكلات البدانة أو الإصابة بأمراض القلب، وأيضًا سرعة الإصابة بالأمراض المعدية نتيجة لانخفاض المناعة الطبيعية كما يتأثر حجم الجهاز الهيكلى وهشاشة العظام osteoporosis وبناء على ذلك فللمسنين احتياجات غذائية ولو أن هناك حاجة لمزيد من الدراسات فى هذا المجال.

خصائص هذه المرحلة والاحتياجات الغذائية :

وتختلف متطلبات الفرد أثناء الشيخوخة منه أثناء فترات العمر الأخرى، انخفاض نشاط الفرد يقلل من احتياجه للسعرات وهى (٢٣٠٠، ١٩٠٠ كالورى / يوم) للذكور والإناث على التوالى. وجد فى الحيوان أن التغذية لفترة طويلة على وجبات منخفضة من الطاقة أدى إلى خفض تصلب الكولاجين مما يساعد على مرونة جدر الأوعية الدموية والأربطة والجلد.

أما بالنسبة للبروتين، فإنه لا يوجد فرق كبير بين متطلبات الفرد للبروتين فى هذه المرحلة عن المرحلة السابقة لها، ومن جهة أخرى فقد أظهرت الدراسات أنه بتغذية خمسة من الأفراد فى سن (٥٢ – ٦٨ سنة) مخلوطًا من الأحماض الأمينية الأساسية بمستوى أعلى من المطلوب للتوازن النيتروجينى للشخص البالغ الأصغر سنًا مع استعمال glycine لرفع نسبة النيتروجين إلى المستوى الطبيعى فى الغذاء (٧جم نيتروجين / اليوم) وبعد ١٢ يومًا كان التوازن النيتروجينى فى الخمسة أفراد سالبًا (Tuttle وآخرون ١٩٦٧) ويرجع ذلك إما إلى زيادة احتياج المسنين للأحماض الأمينية الأساسية أو لنقص قدرتهم على الاستفادة من glycine. وعمومًا فإن قدرة الشخص على الاستفادة من البروتين تقل مما يشير إلى زيادة حاجة البروتين عند

المسنين. ولكن من جهة أخرى فقد وجد فى الحيوان أن ارتفاع الوجبة فى البروتين أدى إلى اضطراب المناعة.

ويفضل أن يقلل من تناول الدهون، على أن يكون معظم ما يتناوله يحتوى على أحماض دهنية غير مشبعة، ويلاحظ أنه يحدث كثيرًا اضطرابات فى ميتابوليزم الكولسترول وارتفاع نسبته فى الدم، مما يؤدى إلى حالة تصلب الشرايين، أما من حيث الكربوهيدرات فقد لوحظ أنه هناك ميل لدى المسنين لزيادة تناول الكربوهيدرات والحلوى، ولكن ينصح بتلافى زيادة الخبز والحلوى نظرًا لأن قدرة الفرد على الاستفادة من الكربوهيدرات تقل بتقدم العمر، علاوة على أن كثرة السكريات وخصوصًا السكروز، تعمل على زيادة مستوى الكوليسترول والجلسريدات الثلاثية فى الدم مع قلة نشاط الفرد المسن.

ينبغى عدم زيادة تناول الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، لأن زيادتها تكون الدهيدات تعمل على ارتباطات متقاطعة بين الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات والأحماض النووية مما يؤدى إلى زيادة الصلابة التى تعوق من أنشطة الخلية، كما أن DNA والكولاجين يكونان مثل هذه الارتباطات، ولابد من العناية بتناول الأغذية الغنية بفيتامينى E, C لدورهما فى زيادة مناعة الجسم ودورهما كمضادات للأكسدة **antioxidants** التى تقلل من تأثير الأصول أو الشوارد الحرة التى تتلف جدر الخلايا وتضر بنشاطها. كما يمكن التقليل من تأثير الأصول أو الشوارد الحرة عن طريق أن تحتوى الوجبة على الأحماض الأمينية الكبريتية، والسلينيوم مع الفيتامينات E، C وكذلك تقليل المتناول من الكميات الزائدة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع وتقليل التعرض للإشعاعات.

وتشير الدلائل إلى أنه لا يوجد فرق كبير فى متطلبات الكالسيوم بين الفرد المسن السليم صحيًا والفرد العادى. ولكن وجد أن هناك صعوبة فى الحصول على توازن موجب للكالسيوم بتقدم العمر وانتشار حالة هشاشة العظام **osteoporosis** وسهولة كسرها بسبب فقد الكالسيوم، ويرجع ضعف امتصاص الكالسيوم لدى المسنين إلى نقص حموضة المعدة وضعف وظائف الكبد والبنكرياس، ولذا يفضل زيادة تناول الأغذية الغنية بالكالسيوم وخصوصًا اللبن ومنتجاته، وتهتم الدراسات الحديثة

بالفوسفور وأثر زيادة تناوله فى الغذاء حيث أنه يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن الكلى يقل نشاطها بتقدم العمر.

ويجب أن يتناول الشخص المسن الأغذية الغنية بالحديد يوميًا لأن الشخص المسن سهل الإصابة بحالة الأنيميا. وتنتشر حالات نقص الفيتامينات أيضًا، وخصوصًا القابلة للذوبان فى الماء، ولذا يجب الاهتمام بتناول الخضروات والفاكهة، لأنها غنية بالفيتامينات وأيضًا العناصر المعدنية.

ويجب الاهتمام بتناول الألياف الغذائية، ولكن بدرجة معتدلة حتى لا تحدث إثارة للجهاز الهضمى وحتى لا يعوق امتصاص الحديد، مع تناول كميات وافرة من الماء والسوائل لمنع حدوث الإمساك ولمساعدة عمليات الهضم الضعيفة نسبيًا فى هذا السن ولمساعدة إفراز البول.

إن التغذية الجيدة تقلل من هدم الخلايا وتلفها وموتها وتشجع على تجديد الخلايا... كما أنها مطلوبة لسلامة الجهاز العصبى، وأيضًا تعديل حساسية الأنسجة ومستقبلات الهرمونات نظرًا لأن هذه الحساسية تقل بتقدم العمر ولهذا فلا يضطر الجسم إلى زيادة التفاعلات الحيوية لتعويض هذا النقص، وذلك لأن هذه الزيادة تضر بالجسم. ويوضح جدول (١٠-١٠) الاحتياجات الغذائية للمسنين.

جدول (١٠-١٠) الاحتياجات الغذائية للمسنين (RDA ١٩٨٩)
حسب السن والجنس

العناصر الغذائية	ذكور		إناث	
	٢٥ - ٥٠ سنة	٥١+ سنة	٢٥ - ٥٠ سنة	٥١ + سنة
الطاقة (كالورى)	٢٣٠٠	٢٣٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠
بروتين (جم)	٦٣	٦٣	٥٠	٥٠
فيتامين A (ميكروجرام)	١٠٠٠	١٠٠٠	٨٠٠	٨٠٠
فيتامين D (ميكروجرام)	٥	٥	٥	٥
فيتامين E (ميكروجرام)	١٠	١٠	٨	٨
فيتامين K (ميكروجرام)	٨٠	٨٠	٦٥	٦٥
ثيامين (ملجم)	١,٥	١,٢	١,١	١,٠
ريبوفلافين (ملجم)	١,٧	١,٤	١,٣	١,٢
نياسين (ملجم)	١٩	١٥	١٥	١٣
فيتامين B_6 (ميكروجرام)	٢	٢	١,٦	١,٦
حامض الفوليك (ميكروجرام)	٢٠٠	٢٠٠	١٨٠	١٨٠
فيتامين B_{12} (ميكروجرام)	٢	٢	٢	٢
فيتامين C (ملجم)	٦٠	٦٠	٦٠	٦٠
كالسيوم (ملجم)	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠
فوسفور (ملجم)	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠	٨٠٠
ماغنسيوم (ملجم)	٣٥٠	٣٥٠	٢٨٠	٢٨٠
حديد (ملجم)	١٠	١٠	١٥	١٠
زنك (ملجم)	١٥	١٥	١٢	١٢
يود (ميكروجرام)	١٥٠	١٥٠	١٥٠	١٥٠
سلينيوم (ميكروجرام)	٧٠	٧٠	٥٥	٥٥

سادساً : وجبات النباتيين vegetarians :

تعريفها :

تشمل وجبات النباتيين على :

١) وجبات تحتوى على أغذية نباتية فقط Vegan أو ٢) لدى البعض يمكنه تناول اللبن مع هذه الوجبات Lactovegan أو ٣) تناول البيض واللبن Lacto-ovo vegan أى أن يتجنب اللحوم والدواجن والأسماك ٤) تناول الفاكهة فقط Fruitarians والفاكهة إما طازجة أو مجففة ويؤكل معها مكسرات/ عسل/ زيت زيتون وقد يؤكل معها حبوب ومكسرات.

خصائص هذه الوجبات:

ويمكن أن يقال أن هذه الوجبات ينقصها البروتين الحيوانى بصفة عامة أى بعض الأحماض الأمينية الأساسية مثل sulfur-containing amino acids, lysine وقد يكون tryptophan كما ينقصها أيضًا بعض الفيتامينات مثل B_{12} الذى يوجد فى الأغذية الحيوانية.

ولكن باتباع قواعد الـ .. ـة السليمة يمكن خلط البروتينات النباتية على أساس محتواها من الأحماض الأمينية وقدرتها التكميلية supplementary value، فمثلاً بروتين الحبوب ينقصها الحامض الأمينى lysine، بروتين البقول ينقصها الأحماض الأمينية الكبريتية methionine cysteine، وبعمل خلطات محتوية على الحبوب والبقول يمكن الوصول إلى بروتين متكامل مثل الكشرى الذى يتكون من أرز وعدس، والمعروف أن الأرز من الحبوب التى ينقصها lysine والعدس من البقول التى ينقصها الأحماض الأمينية الكبريتية، وبذا يمكن تعويض النقص بخلطهما معًا والوصول إلى بروتين أعلى فى قيمته التغذوية عن كل بروتين على حدة ولا ننسى الفول المدمس مع الخبز والطعمية مع الخبز.

وباستخدام اللبن الغنى فى الحامض الأمينى lysine فى وجبات النباتين الذين يتناولون اللبن يمكن تعويض النقص فى بروتين الحبوب مثل عمل البليلة من أرز ولبن أو بعض المخبوزات التى تجهز من لبن ودقيق أو شرب اللبن أو تناول الزبادى مع الوجبة النباتية أو تناول البيض مع الوجبة وهكذا.

وقد اهتم العالم منذ قديم الأزل بعمل خلطات نباتية عالية القيمة الغذائية مثل الصينيين القدماء -إلا أنه لم يعرف أهميتها إلا فى أوائل القرن العشرين- وقد قامت محاولات كثيرة فى العالم بإنتاج أغذية يحتوى كل منها على خلطات نباتية فقط، أو قد يضاف لها جزء من بروتينات اللبن أو البيض، وذلك كان بهدف التغلب على نقص البروتينات الحيوانية عالية الثمن وأيضًا يمكن للنباتين استخدامها كما سبق، ففى جواتيمالا عمل Scrimshaw وآخرون (١٩٦١) بروتين INCAP وأيضًا فى الهند (Panemangalor وآخرون ١٩٦٥) وفى مصر SUPERAMINE كما استخدم التحسين الوراثى لإنتاج محاصيل محسنة مثل صنف الذرة Opaue-2 (Mertz وBates ١٩٦١ Bressani ،١٩٦١ وClark ١٩٦٦ وNawar وآخرون ١٩٧٠)، أو التدعيم بإضافة الأحماض الأمينية (Harper ١٩٦٨) أى أنه لا توجد مشاكل فى البروتين ولكن يؤخذ فى الاعتبار سرعة امتصاص هذه الأحماض مع تلك المنطلقة من الغذاء وبالنسبة للفيتامينات والأملاح المعدنية فكما هو معروف فإن الفواكه والخضروات من أحسن المصادر لها. وبالنسبة لفيتامين B_{12} فيمكن عن طريق استخدام الخميرة وهى غنية فى مجموعة فيتامين B ومن بينها B_{12} يمكن تعويض النقص، هذا بالإضافة إلى تخليق مثل هذه الفيتامينات فى القناة الهضمية للإنسان بواسطة الكائنات الدقيقة مع تجنب أو تقليل من تناول المضادات الحيوية إلا عند اللزوم لأنها تؤثر على نمو هذه الكائنات الدقيقة.

ويشيد العلماء والمتخصصون فى التغذية بأهمية هذه الوجبات فى الحماية من العديد من أمراض العصر كما سبق وخصوصًا محتواها من الألياف النباتية والأحماض الدهنية الأساسية وخلوها من الكولسترول، وينصحون بأنه من حين لآخر يفكر الفرد فى تناول الوجبات النباتية وإن كان مرة أو مرتين أسبوعيًا فإنه يكون ذلك عظيم الفائدة بالنسبة للإنسان.

علاوة على ذلك، فإن هذه الوجبات بما بها من وجود الصبغات النباتية بألوانها البهيجة التى تثير إفرازات الجهاز الهضمى من جهة والتى يستفيد الفرد منها كمضادات للتأكسد مثل صبغات بتاكاروتين الصفراء وليكوبين الحمراء، والانثوسيانين فهى تحمى جدر الخلايا إلخ، كما سبق، علاوة على حماية الفرد من

أمراض العصر مثل أمراض القلب والأوعية الدموية وارتفاع الضغط والسمنة ومرض السكر والسرطان...إلخ.

سابعًا: تغذية المعاقين أو ذوى الحاجات الخاصة Handicapped :

مقدمة :

تعتبر الإعاقة والتخلف العقلى من بين المشكلات الهامة فى المجتمع سواء فى الدول المتقدمة أو النامية فهى مشكلة فريدة ذات أبعاد طبية اجتماعية تربوية تعليمية نفسية مهنية تأهيلية.. وهذه الأبعاد تتداخل مع بعضها البعض مما يزيد المشكلة تعقيدًا.

ويتزايد حجم هذه المشكلة بزيادة أعداد هذه الفئة، فتشير بعض الإحصاءات إلى أن نسبة المتخلفين عقليًا تصل إلى حوالى ٣٪ من أفراد المجتمع. ترجع الإعاقة إلى أسباب وراثية أو بيئية.

ويشكل تزايدهم على المجتمع والأسرة من نزيف مستمر فى الدخل القومى.. كما أنهم مثار تعب للأسرة وشوكة تؤرق حياتها مما يهدد من كيان الأسرة والمجتمع (نجوى غراب ١٩٨٨). فالتخلف العقلى يصاحبه سلوك سىء غير متكيف نظرًا لتوقف نمو المخ قبل اكتمال نضجه. ولهذا فنجد أن هذا الطفل يكون دائمًا ثائرًا، عدوانيًا، محبطًا، يشعر بالنقص أمام زملائه، منعزلاً، ومما لاشك فيه أن عدوان هذا الطفل لا يناله وحده بالأذى بل يمتد أثره السلبى على الأسرة بأكملها -وقد تكون الإعاقة جسدية أو عقلية فى الكلام، اللغة، الحركة...

إن حل هذه المشكلة ليس بالعلاج فقط،ولكن بتخطيط برامج متكاملة علاجية تغذوية تربوية فالبرامج التربوية تهدف إلى دمج غير الأسوياء والمتخلفين فى الأنشطة مع أفراد المجتمع وإحداث التكيف الاجتماعى والنفسى لهم، ولا تنفرد البرامج التربوية فقط لهذا الهدف، ولكن تساعدها البرامج التغذوية بالتفاعل مع البرامج التربوية فى تحقيق التكيف الاجتماعى لأن أحدهما لا يكفى.. فالتغذية فقط تصلح من النمو البدنى ويصير الفرد أكثر خطرًا بالعدوانية لأنه يعانى من سوء التكيف الاجتماعى... كما أن التربية فقط لا تجدى ثمارها فى حالات سوء التغذية، ولذلك يجب أن يتلازم العاملان ويعملان مع بعضهما البعض فى تفاعل مستمر (فؤاد قلادة ١٩٩٣).

للتغذيـة دور كبير فى التعلم.. حيث أنها المسئولة عن بناء الموصلات العصبية الحاملة للمعلومة داخل المخ وكذلك الخارجة إلى مكان الاستجابة، كما سبق. كما أن التغذية مسئولة عن نشاط الإنزيمات الداخلة فى تفاعلات الجسم.. وبذا يكون الفرد مهيئًا للتعلم. وتعتبر المخرجات هى تعلم الخبرة التى تقاس بتغير السلوك.

إن الاهتمام برعاية هذه الفئة من الأطفال المتخلفين عقليًا رعاية متكاملة تشمل النواحى التغذوية والتربوية، أصبح هدفًا قوميًا ودوليًا فى الآونة الأخيرة وخصوصًا وأن طفولة الإنسان أطول من مثيلتها فى صغار الكائنات الحيوانية الأخرى. هذا بالإضافة إلى تأثر القدرات العقلية للطفل بالبيئة الاجتماعية العامة التى ينمو فيها، وبنوع التعليم الذى يتعرض له، وبخبرات الحياة العامة، كما أن الرعاية المتكاملة تغذويًا وتربويًا لهذه الفئة من الأطفال تساعد فى تنمية قدراتهم وإكسابهم المهارات.

الاحتياجات الغذائية :

إن احتياجات الشخص المعوق إلى العناصر الغذائية لا تختلف عن الشخص الطبيعى ولكن يوجد عوامل خاصة بهم تؤدى إلى اختلاف فى هذه المتطلبات مثل تركيب الجسم فقد يكون منخفضًا فى الكتلة الخلوية أو ضمور فى العضلات، انخفاض فى نشاطهم، تغير نسبة الدهن، تغير الطول والوزن، وقد يؤدى هذا إلى خفض الاحتياجات.. ويلاحظ أن تناول الأدوية قد يؤثر على الشهية وقد يغير من الاستفادة من العناصر الغذائية.

ويعانى الشخص المعاق من مشاكل سوء التغذية أو من زيادة أو نقص الوزن بالنسبة للطول والأنيميا وانخفاض الشهية ومشاكل فى الأسنان كما يوجد فوضى عند تناول الطعام وعدم استقلالية.

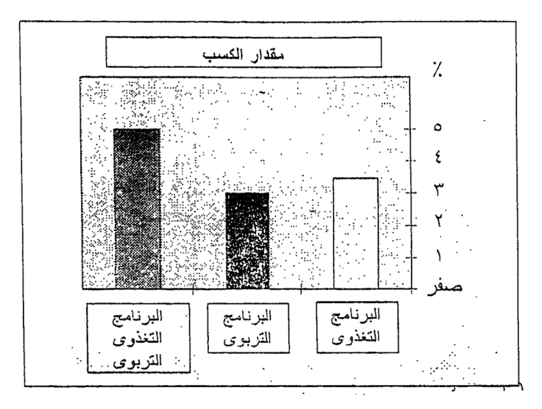
احتياجات الطاقة :

نظرًا لأن معظم المعاقين قصيرو القامة وقليلو الحركة والنشاط فإن احتياجاتهم للطاقة تكون أقل من الأسوياء. كما أن السلوك غير اللائق أثناء تناول الطعام يجعل من الأفضل إعطاءهم وجبات صغيرة وعديدة مع السيطرة القاسية عليهم.

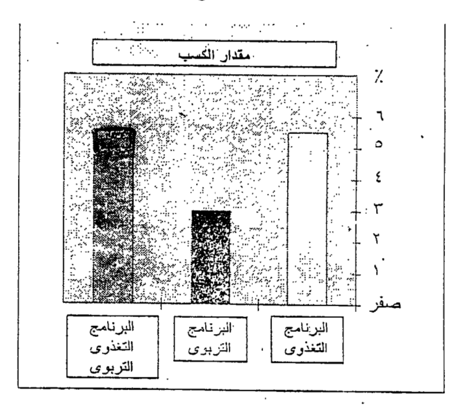
ويفضل بل يحسن أن يحتوى طعامهم على ألياف غذائية كافية لمنع أى إمساك مع عدم الإفراط فى تناولها حتى لا تسبب متاعب فى الجهاز الهضمى.

ويراعى استخدام أدوات خاصة تساعده على الاعتماد على نفسه وإجلاسه في وضع صحيح حتى تخفف من بعض الحركات الشاذة ويمكنه من زيادة السيطرة عليه.

وإذا كانت هذه الرعاية التغذوية متبوعة برعاية تربوية خاصة لهم تكون الاستفادة أكبر في تحقيق نمو الطفل وتكيفه. وقد أجرت إيزيس نوار وآخرون (١٩٩٦) دراسة ميدانية على عينة من الأطفال المعاقين عقليًا وقدم برنامجًا تغذويًا متكاملاً لمجموعة من هؤلاء الأطفال والذى يتضمن تقديم وجبات تفى باحتياجات الفرد التغذوية كمًا ونوعًا لمدة شهر، وقدم لمجموعة ثانية برنامجًا تربويًا لمدة شهر يتضمن مواقف تعليمية مختلفة تدور حول مفاهيم التكيف والنشاط والتعاون والمشاركة، الطاعة، السلوك الاجتماعى المرغوب وهذه هى المفاهيم التى يمكن بها تطبيع السلوك وتنشئة الأطفال اجتماعيًا، وقدم لمجموعة ثالثة البرنامجين معًا. وقيس للثلاث مجاميع مستوى الهيموجلوبين كمؤشر عن الحالة التغذوية للأطفال قبل وبعد البرنامج، كما تم قياس السلوك التكيفى لجميع الأطفال أيضًا قبل وبعد البرنامج، وذلك باستخدام مقياس السلوك التكيفى **Richmond** و**Hicklighter** (١٩٨٠)، والذى ترجمه وقننه للهيئة المصرية عبد العزيز الشخصى (١٩٩٢).. وقيست نسبة التكيف، وأظهرت النتائج أن الكسب فى الهيموجلوبين (شكل ١٠-٣) والتكيف (شكل ١٠-٤) كان أعلى فى المجموعة الثالثة عن المجموعتين السابقتين.



شكل (١٠-٣) متوسطات مقدار الكسب فى الهيموجلوبين للمجموعات الثلاث



شكل (١٠-٤) متوسطات مقدار الكسب فى درجات السلوك التكيفى لأفراد مجموعات الدراسة

إن الهيموجلوبين يتأثر بالتغذية تأثرًا سريعًا ونقصه يسبب حالات مختلفة من الأنيميا بسبب نقص الحديد أو البروتين أو غيره من العناصر المرتبطة، وتكون الأنيميا -كما سبق- إما لصغر حجم كرات الدم الحمراء أو تضخمها أو لنقص عددها أو نقص تركيز الهيموجلوبين، وهذا كله يؤثر على الحالة التغذوية للفرد، إذ أن الهيموجلوبين عامل مهم فى نقل الأكسجين إلى جميع أجزاء الجسم المختلفة ومراكز توليد الطاقة لحيوية الفرد ونشاطه وإمداد المخ بالطاقة اللازمة لعمله، وهذا يؤثر على تعلم وتحصيل الفرد.

والنتائج السابقة تشير إلى زيادة الهيموجلوبين فى المجموعة التى أعطيت البرنامج التغذوى التربوى عن المجموعة التى أعطيت البرنامج التغذوى فقط رغم أن الغذاء المقدم هو نفسه، وقد يرجع ذلك إلى أن البرنامج التربوى المصاحب للتغذوى يساعد الأطفال على السلوك التكيفى مما ينعكس إيجابيًا على حالتهم النفسية، مما يساعد على زيادة العمليات الحيوية والبنائية، ويزيد من قدرة الفرد على تمثيل الغذاء والاستفادة منه، وقد ظهر هذا أيضًا واضحًا فى المجموعة التربوية التى لم يقدم لها أى غذاء، ومع ذلك كانت هناك زيادة فى مستوى الهيموجلوبين بعد البرنامج التربوى.

إن الناحية البيولوجية تتأثر وتؤثر فى نمو الفرد وتكيفه، وكما سبق فإن التغذية المتكاملة عناصرها تكون الناقلات العصبية للمعلومة وتنظم العمليات الحيوية للمخ، مما يجعل الفرد يستجيب للمثيرات الموجودة فى البيئة استجابة سوية.

هذا يوضح ضرورة الاهتمام بالبرامج التغذوية مع البرامج التربوية لأن التغذية عامل مهم فى التعلم والسلوك التكيفى واندماج الفرد فى المجتمع.

الباب الحادى عشر

العــلاج التغذوى

Nutrition Therapy



العــلاج التغـذوى
Nutrition Therapy

مقدمة :

كانت علاقة الغذاء بالمرض والعلاج معروفة منذ عهد قدماء المصريين ١٥٠٠ قبل الميلاد، فيذكر صلاح منصـور (٢٠٠٠) أن المصريـين كـانوا يعرفـون أن الإنسـان يولد سليمًا وأن المرض دخيل بسبب إما عدم صلاحية الغذاء أو نقصه أو خلل داخلـى وفى إخراجه، وكان يعطى المريض بعض مسهلات لمدة ثلاثة أيام، كما جاء فى بردية إيبرس فوائد نبات الخروع فى الشعر والجلد والإخراج.

إن النظرة إلى غذاء الإنسان وطعامه قد تغـيرت، فكـان يعتـبر الغـذاء مصـدرًا لسد احتياجات الإنسان من العناصر الغذائية اللازمة لمعيشته فقط، ولكن أصبـح ينظـر إلى الطعام الآن أنه غذاء ودواء، فأصبحت الأمراض المزمنة الآن مرتبطة بالتغذية سـواء مباشرة أو مرتبطة مع غيرها من الأسباب، وقد كان إلى وقت قريب يعتقد أن أمراضًـا مثل أمراض القلب ومرض السكر وغيرها مـن الأمـراض منتشـرة فـى الـدول المتقدمـة ولكن أصبح انتشار هذه الأمراض فى تزايد مستمر فى الـدول المتقدمـة والناميـة علـى السواء، ويرجع ذلك إلى التغير فى سبل المعيشة بما فيها نمط استهلاك الغـذاء والحركـة والنشاط، فأصبح استخدام السكر يحل محل النشا فى عديد من الأغذيـة ويحـل الشـاى والمشروبات الغازية محل الفاكهة، وازداد استهلاك اللحوم الحمراء والدهـون الحيوانيـة وانخفض استهلاك الفول والبقول والخبز الكامل، وبزيادة القدرة الشرائية ومـع انتشـار المدنية والحضارة وتقدم العلم ازداد الإنتاج مما أدى إلى زيادة الاسـتهلاك مـن الأغذيـة مع انخفاض استهلاك الطاقة فى الحركة والنشاط نظرًا للميكنة السائدة الآن، سواء فـى المواصلات والاتصالات أو فى العمـل داخـل وخـارج المـنزل، كمـا أن زيـادة فـترات مشاهدة التليفزيون مع تناول المسليات المتنوعة، كـل هـذا وغـيره سـاعد علـى تراكـم الدهون نتيجة الطاقة المتناولة والزائـدة عـن حاجـة الجسـم، ومـا ينتـج عـن ذلـك مـن اضطراب فى الميتابوليزم، وعلى الجانب الآخر فإن المدنية أدت إلى زيادة القلق والتوتـر مما تسبب فى اضطراب هرمونى وخلل فى عمل بعـض الغـدد، ممـا تسـبب أيضًـا فـى اضطراب الميتابوليزم فأصيب الإنسان بالعديد من الأمراض التـى تسـمى الآن بـأمراض العصر.

هذا مع التلوث البيئى؛ الهوائى والمائى والغذائى، واستخدام الألوان الصناعية وانتشار التدخين وغيرها من الأمور الضارة وذات التأثير السلبى على الإنسان... فأصبح سوء اختيار الغذاء مرتبطًا بالإصابة بالأمراض، كما أنه هو أيضًا وسيلة لتجنب العديد من هذه الأمراض ويساهم فى الشفاء منها.

وكما قال أحد المتخصصين (Jonathan Swift) :

"The best DOCTORS in the world are :
Dr. DIET,
Dr. QUIET &
Dr. MERRY"

فالإنسان يحتاج إلى الغذاء الصحى السليم، وهذا ليس قاصرًا على الأطفال بل البالغين أيضًا حتى تستمر الحياة بدون مشاكل تغذوية أو صحية.

وكما سبق ذكره فإن إنتاج الغذاء لا يكفى لمواجهة الطلب عليه بصفة عامة، وفى الدول النامية بصفة خاصة مما أدى إلى نقص غذاء الفرد وعدم توازنه. هذا ومع انخفاض الوعى الغذائى والجهل باختيار الأغذية المناسبة كمًا ونوعًا، أصبح غذاء الإنسان غير مناسب حتى مع توافر القدرة الشرائية.

وبطبيعة الحال فإن استجابة الفرد طفلاً أو بالغًا لسوء التغذية يختلف عن الحالات التى يكون فيها الغذاء مناسبًا لسد حاجات الفرد. ويحاول الإنسان أن يستجيب بطريقة تُجنبه حدوث أى اضطرابات تدخله فى سلسلة من الأضرار.

ما هى هذه المحاولات التى يقوم بها الجسم ليتكيف للوضع الجديد ؟ كيف يستجيب الفرد لحالات نقص العناصر الغذائية ؟ وما هى الاضطرابات والأمراض التى قد يتعرض لها والمرتبطة بسوء التغذية ؟ وما هو النظام الغذائى الذى يقدم للعلاج لبعض الحالات المرضية من البعد التغذوى.. مع ملاحظة أنه يوجد بعض الحالات تستدعى الفحص الإكلينيكى وأداء بعض التحاليل البيوكيميائية وتناول الدواء مع هذا الغذاء، الأمر الذى يتطلب أن يجرى تحت إشراف أطباء ومتخصصين.

أولاً : التكيف البيولوجى والمواءمة أو التأقلم :

Biological Adaptation and Accomodation or Acclimatization :

التكيف مصطلح مستمد من علم البيولوجى، حيث يشير إلى توافق الكائن

الحى مع بيئته. وفى أثناء عملية التكيف يمكن أن يطرأ تعديل على نشاط الكائن الحى حتى يتلاءم مع بيئته المتغيرة أو قد تطرأ تغيرات أساسية تسهم فى بقاء النوع.

ويقوم الجسم بتنظيم وظائفه الحيوية بواسطة الجهاز العصبى nervous system الذى ينظم كل أعمال وأنشطة الجسم بما فيها الجهاز الغدى الذى يفرز الهرمونات التى تنظم عمليات البناء والهدم فى الخلية، أى الميتابوليزم، ويعمل الجهازان فى تكامل تام من خلال مواد كيميائية تسمى بالنيروهرمونات neurohormones (هرمونات عصبية) مثل إفرازات الهيبوثالاميس التى تصل إلى مكان تأثيرها فى الغدد عن طريق الدم. وهذه الهرمونات العصبية من الهيبوثالاميس عامل مثير لإفرازات الغدد releasing factor أو عامل مانع للإفراز inhibitory factor. كما يتحكم الهيبوثالاميس فى تنظيم البيئة الداخلية للجسم وحفظ التوازن الداخلى عن طريق إرسال إشارات عصبية للاستجابة لأى حادث فى البيئة. ورغم تأثير الهرمونات الغدد الصماء على النشاط العصبى فى المخ إلا أن المخ هو المسيطر على كل أنشطة الجسم (Hardin ١٩٦١، فؤاد قلادة ٢٠٠٢).

تنظيم التفاعلات الحيوية داخل الخلية :

إن تنظيم أى تفاعل حيوى هو التحكم الذاتى الذى يحدث فى الجسم نتيجة لأى تغير يحدث... وهذا التنظيم يتم إما عند بداية التفاعل أو عند نهايته.. أى عند نقطة يكون فيها نشاط الإنزيم المساعد لإتمام هذا التفاعل هو العامل المحدد لسرعة هذا التفاعل.. ويتم التنظيم إما لفترة قصيرة بواسطة مركبات صغيرة تحد من نشاط الإنزيم بدون أى تغيير فى كمية بروتين الإنزيم، أما التنظيم لفترة طويلة فيتم بواسطة تغيير فى كمية بروتين الإنزيم، إما زيادة بناء هذا البروتين أو تقليل هدمه.

ميكانيزمات الجسم لمواجهة الظروف غير الطبيعية :

إن العمليات المنظمة هى تفاعلات مستمرة سريعة نسبيًا ولازمة للمحافظة على وظائف الجسم وتركيب أنسجته فى صورة طبيعية، أما إذا نقص أحد عناصر التفاعل فإنه يحدث تغيير سريع فى الميتابوليزم. فإذا واجه الإنسان أى تغير فى كمية أو نوعية العناصر الغذائية المتناولة فإنه يمكن إحداث تغييرات فى الميتابوليزم، حتى يمكن

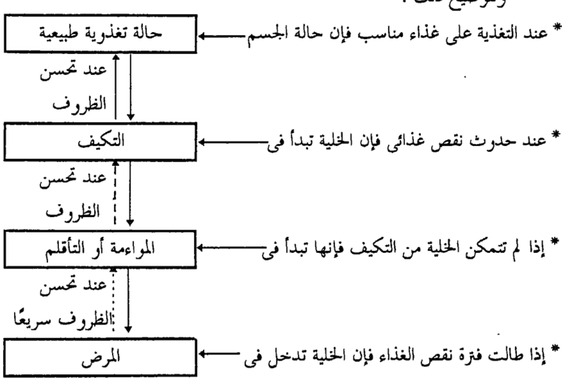
تمثيل الغذاء بكفاءة دون حدوث إضرار للجسم وهذا ما يعرف بـالتكيف adaptation البيولوجى. أما فى المواءمة accomodation فإنه قد يعمل الجسم على إحداث تعديل فى سير الميتابوليزم على حساب احتياجات أخرى قد تضر بالجسم.

أى أن الفرد يلجأ للتكيف عند عدم ملاءمة الاستجابة، وهذا يكون مثيرًا لحدوث التكيف والوصول للمستوى الطبيعى. ويمكن اعتبار التكيف والحالة الطبيعية مفهومان لموضوع واحد لأن الجسم يمكنه أن يتكيف طالما هو فى حالة طبيعية. وعن طريق التكيف يمكن للجسم أن يحتفظ بحالته الطبيعية. وهنا يستخدم الجسم المخزون فى الجسم من عناصر غذائية.

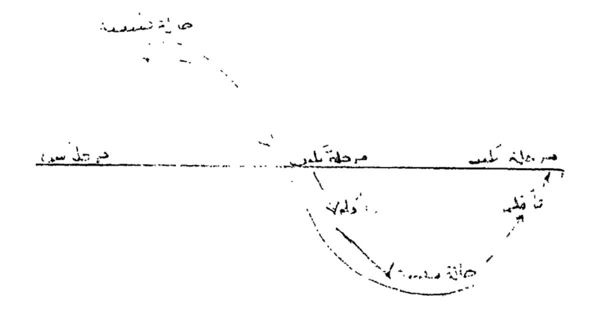
أما إذا لم يتمكن الجسم من أداء وظائفه فى نطاق الحدود الطبيعية، فإن الجسم يدخل فى حالة المواءمة أو التأقلم نظرًا للنقص الغذائى وفى مخزون الجسم.

وإذا استمرت الظروف غير مناسبة فإنه يدخل فى الحالة المرضية.

ولتوضيح ذلك :



وتتم هذه المراحل فى دورة لها إيقاع (شكل ١١-١).



شكل (١١-١) الدورة التى يمر بها الجسم فى حالة الظروف غير الطبيعية

ويمثل التكيف أهمية خاصة بالجسم نظرًا لأنه يعمل على ثبات الجسم واتزانه لمواجهة أى نقص غذائى. وفى أثناء التكيف تحدث تغيرات فسيولوجية فى أنظمة الجسم وبيولوجية خلوية لمواجهة مصادر الخطر للإنسان حتى يمكنه ليس فقط أن يعيش بل ليستمر فى الحياة تحت ظروف بيئية قاسية (Stroev، ١٩٨٩). وتعمل التغيرات الفسيولوجية التى تتم فى الدورة الدموية أو الجهاز العصبى على تسهيل حصول الخلايا والأنسجة على مستلزماتها من العناصر الغذائية والأكسجين اللازمة لنشاطها وفى نفس الوقت يحدث تكيف داخل الخلية لمواجهة التغيرات الحادثة حتى تستمر الأنشطة الحيوية للخلية.

وعملية التكيف قد تكون قصيرة المدى وهذه خاصة بتعديل سريع فى الميتابوليزم عند ابتداء حدوث أى ضغوط خارجية وقد يتم ذلك بواسطة تغير فى النشاط الهرمونى العصبى **neurohormonal** على جدار الخلية لتغيير فى مساميته وأيضًا تغيير فى النشاط الإنزيمى وهذا بغرض استمرار حيوية الخلية ونشاطها.

أما التكيف طويل المدى فهو يتم عن طريق تأثير هرمونى عصبى كمثير لتخليق إنزيمات وغيره من البروتينات التى تؤدى وظائف معينة فى الجسم كما أن عملية تخليق البروتينات اللازمة تعمل على إحداث تغيرات مختلفة فى النظام الميتابولى وهذا يساعد على استمرار نشاط الخلية لمواجهة الظروف غير العادية.

وإذا لم تتمكن الخلية من تخليق هذه البروتينات فإن الخلية تفشل فى التكيف وهنا قد تقوم بالمواءمة والتعرض للمرض.

التكيف فى حالة نقص الطاقة فى الغذاء :

عند نقص الطاقة المتناولة فإنه يمكنه أن يستهلك الفرد هذه الطاقة بكفاءة دون المعاناة من أى ضرر يحيط بالجسم مثل تعديل فى النشاط الجسمى وزيادة كفاءة استخدام الطاقة، هذا هو التكيف. أما إذا كان النقص كبيرًا فلابد من إحداث تغيير فى الوزن أو تعديل فى تركيب الجسم.. أو تغيير فى سبل استخدام الطاقة فى الأنشطة الاجتماعية (Bengoa ١٩٨٩) وهذه هى المواءمة.

فى حالة الصيام أو الجوع يقوم الجسم بالتنظيم الذاتى للطاقة، ففى هذه الحالة ينخفض الجلوكوز فيقوم الجسم بتحليل جليكوجين الكبد glycogenolysis إلى جلوكوز لاستخدامه، كما يقوم الكبد بتكوين مواد كيتونية تستخدمها العضلات فى توليد الطاقة. وفى حالة الجوع الشديد يمكن للمخ استهلاك هذه المواد الكيتونية أيضًا لتوليد الطاقة.

وفى أثناء الجوع أيضًا تتحلل الدهون lipolysis لتنطلق الأحماض الدهنية لاستخدامها فى توليد الطاقة كما ينشط تكوين الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية gluconeogenesis مثل الأحماض الأمينية والجليسرول.

أما فى حالة الشبع ينشط بناء الجليكوجين glycogenesis من الجلوكوز، كما ينشط بناء الدهون lipogenesis.

أمثلة للتكيف فى حالة نقص بروتين الغذاء:

١- ميتابوليزم الاليبومين:

يعتبر الاليبومين من أحسن الأمثلة للتكيف عند نقص البروتين وذلك لأنه

حساس لنقص بروتين الغذاء ويوضح جدول (١١-١) سرعة بناء وهدم الاليبومين لأطفال يعانون من نقص البروتين بعد إعطائهم وجبات مرتفعة ومنخفضة من البروتين المشع على فترات ومقارنتهم بأطفال يتمتعون بحالة تغذوية جيدة.

جدول (١١-١) سرعة بناء وهدم الاليبومين

البيان	الاليبومين ملجم/ كجم / اليوم			
عدد الأيام	٠-١٠	١٠-١٧	١٧-٢٤	١٧-٢٤
مستوى البروتين فى الغذاء	عالى	منخفض	عالى	منخفض
أطفال فى حالة تغذوية جيدة				
بناء	٢٥٢	١٤١	١٣٨	٢٣٦
هدم	٢١٩	١٧١	١٤٠	١٥٦
أطفال فى حالة تغذوية سيئة				
بناء	٢٣٣	١٠١	٨٧	٢٨٨
هدم	١٦٦	١٧١	١٣١	١٧٨

توضح البيانات حساسية بناء الاليبومين تبعًا للوارد من الأحماض الأمينية كما يتأثر سرعة هدمه كذلك تبعًا لحالة الفرد التغذوية.

٢- بناء كارنتين Carnitine :

إن مركب الكارنتين كما سبق ذكره من المركبات النيتروجينية اللازمة لأداء أعمال مهمة للجسم منها أكسدة الأحماض الدهنية داخل الخلية حيث يعمل على نقل هذه الأحماض إلى الميتوكوندريا وأن نقص هذه المادة يعمل على تراكم الدهون وخصوصًا فى الكبد. ويتركب الكارنتين من الأحماض الأمينية lysine وmethionine.

وقد أجريت تجربة على فيران بتغذيتها على جلوتن gluten لمدة ٥٦ يومًا مع إضافة الحمض الأمينى lysine بمستويين مختلفين لأن الجلوتن فقير فى هذا الحامض ويوضح جدول (١١-٢) نتائج التجربة على وزن الحيوان وصورة الدم ومحتوى الكارنتين.

جدول (١١-٢) أثر تغذية الجلوتن المضاف له lysine على وزن الفيران وصورة الدم ومحتوى الأنسجة من الكارنتين

البيان	الوجبة		
	جلوتن	جلوتن + ٠,١٪ lysine	جلوتن + ٠,٨٪ lysine
الهيموجلوبين جرام٪	٤٧,٣	٨٨,٥	٢٤٨,١
الهيماتوكريت٪	١١,٣	١١,٨	١٣,٦
بروتين البلازما جرام٪	٣٦,٧	٣٨,٠	٤١,٨
	٤,٨	٥,٣	٦,٨
العضلات	٧٧,٠	٩٣,٠	١١٤,٠
القلب	١١٤,٠	١٠٩,٠	١٥٩,٠
الكبد	٣٩,٠	٣٥,٠	٢٧,٠

يوضح الجدول استجابة بعض أجزاء الجسم لخفض بناء بعض مركبات الجسم عند نقص اللايسين Lysine.

المواءمــــة

ومن أمثلة المواءمـة هـو مـا يحـدث فـى ميتـابوليزم الحـامض الأمـين تريتوفـان Tryptophan وهو من الأحماض الأمينية الأساسية. وهو كما سبق يدخـل فـى بنـاء الأنسجة وصيانتها كما أنه يدخل فى تكويـن مـادة خماسـى هيدروكـس تريتـامين 5-OH Tryptamin وهـى مـادة لازمـة لتكويـن السـيروتونين Serotonin وهـو أحـد الموصلات العصبيـة neurotransmitter اللازمـة لوظـائف المخ كمـا أنهـا توجـد فـى الصفائح الدموية فعندما يتعرض الفرد لجرح تتهشم الصفائح الدموية وتخرج هذه المادة وتوقف النزيف عن طريق أنها تعمل على انقباض الأوعية الدموية.

كما أن tryptophan يمكن أن يتحول إلى النياسين niacin بنسبة ٦٠ : ١ فى حالة نقص هذا الفيتامين فى الغذاء. ويقوم هذا الفيتامين بـالعديد مـن الوظـائف مـن بينها تكوين المرافقات الإنزيمية NAD وNADP وهى لازمـة لاتمـام العمليـات اللازمـة لتوليد الطاقة للجسم.

وفى حالة نقص النياسين فى غذاء الإنسان فإن tryptophan يتحول إلى نياسين للمساعدة فى انطلاق الطاقة اللازمة لاستمرار الحياة وهذا على حساب الوظائف الأخرى لـtryptophan من البناء والضيانة مما قد يؤدى إلى أضرار جانبية وقد تكون بالغة.

ثانيًا استجابة الفرد لنقص الغذاء والعناصر الغذائية :

تتغير استجابة الفرد تبعًا لنقص العناصر الغذائية، سواء كان طفلاً أو بالغًا، وقد تغيرت النظرة من حيث ربط أعراض نقص الغذاء التى تظهر على الفرد وبين تحديد مسبباتها من العناصر الغذائية. وذكر Michael و Gordes (١٩٩٥) أنه عندما يتعرض طفل لأى نقص فى أى عنصر غذائى فإن استجابته تتبع أحد نمطين:

النمط الأول Type I :

يستمر الطفل فى النمو – وهنا يستهلك المخزون من هذا العنصر فى جسمه – ثم يبدأ ينقص أداء الجسم للوظيفة أو الوظائف المرتبطة بهذا العنصر حتى يستنفذ العنصر – أى أن استجابة الطفل فى هذه الحالة هو استمرار النمو مع ظهور أعراض نقص محددة ومرتبطة بنقص العنصر وهذا السلوك يسمى بالنمط الأول للاستجابة.

النمط الثانى :

يقف نمو الطفل أى فشل النمو وهنا يبقى المخزون فى جسمه من هذا العنصر متاحًا لأداء وظائف الجسم المختلفة أى أن سرعة النمو تنخفض بدون ظهور أعراض نقص محدودة وهذا السلوك يسمى بالنمط الثانى Type II.

ولذا يهتم المتخصصون بدراسة هذا الموضوع لأنه دائمًا يعتقد أن نقص أى عنصر معين يسبب نمط السلوك الأول، كما يعتقد أيضًا أن نمط السلوك الثانى أى فشل النمو يرتبط دائمًا بحالة نقص البروتين والطاقة PEM فى حين قد يكون فشل النمو ناتجًا من سبب آخر غير الأسباب التى تؤدى إلى PEM، أى نقص أى عنصر غذائى آخر غير المسبب لحالة PEM وهذا لا يؤخذ فى الاعتبار فلا يتم العلاج طالما أن التشخيص غير سليم وتبعًا لذلك تقسم العناصر الغذائية حسب نمط الاستجابة إلى قسمين (جدول ١١-٣).

جدول (١١-٣) توزيع العناصر الغذائية حسب استجابة الطفل لنقصها

النمط الأول (استمرار النمو وظهور أعراض نقص محددة)		النمط الثانى (وقف النمو وظهور أعراض نقص غير محددة)	
١- الحديد	١٠- البيرودكسين	١- البوتاسيوم	٦- الفوسفور
٢- النحاس	١١- النياسين	٢- الصوديوم	٧- الأكسجين
٣- المنجنيز	١٢- الكوبالامين	٣- المغنسيوم	٨- الماء
٤- اليود	١٣- الفولاسين	٤- الزنك	٩- الطاقة
٥- السلينيوم	١٤- فيتامين C	٥- البروتين	
٦- الكالسيوم	١٥- فيتامين A	النيتروجين	
٧- الفلورين	١٦- فيتامين E	الثريونين	
٨- الثيامين	١٧- فيتامين D	اللايسين	
٩- الريبوفلافين	١٨- فيتامين K	الكبريت	
		الهيكل الكربونى للأحماض الأمينية الأساسية	

وتقوم عناصر المجموعة الأولى بوظائف معينة فى الميتابوليزم داخل الجسم. ونقصها يؤدى إلى ظهور أعراض معينة مثل نقص الحديد يسبب أنيميا، نقص الثيامين يسبب البرى- برى، نقص النياسين يسبب البلاجرا، نقص فيتامين C يسبب الأسقربوط، نقص فيتامين A يسبب Xerophthalmia، نقص اليود يسبب جوبتر.

أى أن نقص عناصر المجموعة يمكن تشخيصه بسهولة ويتم ذلك من خلال عدة طرق مثل قياس تركيز العنصر فى نسيج معين، أو قياس بروتين أو إنزيم معين يعتمد على هذا العنصر، أو قياس الوظيفة الميتابولية أو الفسيولوجية فمثلا فى الأنيميا وهى نقص الحديد يمكن تقدير النقص عن طريق تقدير كرات الدم الحمراء أو قياس الفرتين ferritin أو ترانسفرين Transferrin أو البروتوبورفورين protoporphrin،

وكذلك فى اليود فنقصه يسبب مرض الجوبتر هنا نقيس اليود أو هرمونات الغدة الدرقية التى يدخل فى تكوينها اليود...

وحيث أن أعراض النقص معروفة فيسهل تشخيصها بواسطة الطبيب أو المختص فى التغذية ويوصف العلاج بضرورة وجود هذا العنصر فى الغذاء.

أما نقص العناصر الغذائية فى المجموعة الثانية فإنها جميعًا تسبب نقص النمو، القزمية Stunting، الهزال وهنا لايعرف الفرد ما سبب الهزال ؟ ....، ودائمًا يقال هذا بسبب نقص كمية الغذاء المتناول أو نقص الطاقة أو البروتين..

والطفل فى هذه الحالة (النمط الثانى) يقف نموه مع احتفاظ أنسجته بالعنصر الناقص فى الغذاء ولذا فإن إخراج العنصر من الجسم ينخفض حتى حد أدنى وأيضًا بالنسبة لتركيز العنصر فى الأنسجة فيوجد حد أدنى ولكن مع استمرار عدم تناول العنصر فإن الجسم يبدأ فى هدم النسيج المحتوى على هذا العنصر وينطلق العنصر حتى يمكن للجسم استخدامه.. ولكن يَتبع هذا خفض الشهية كما تسبب عملية هدم النسيج انطلاق العناصر الأخرى الموجودة به إلا أنها تخرج خارج الجسم أى أنها تفقد ولهذا عند العلاج لابد أن يعطى الفرد كل العناصر التى فقدها... ولذا ففى هذا النمط الثانى من الاستجابة لا تظهر أى أعراض على عضو معين إلا فى بعض الأعضاء أو الأنسجة التى تنقسم خلاياها بسرعة أو مرتبطة بتخليق أى مركب معين كما فى حالة الجهاز المناعى وأيضًا فى الأنسجة المخاطية المبطنة للقناة الهضمية - أى أن أعراض النقص تظهر على كل الأنسجة ومعظم الأعضاء.

وعلى هذا فليس من السهل تفسير كيف يموت كائن حى نتيجة نقص عنصر معين من المجموعة الثانية ومع ذلك قد يكون تركيز هذا العنصر فى الأنسجة طبيعيًا؟، وهذا الكائن يمكن أن يموت لسبب آخر غير نقص هذا العنصر كما أن هذا الكائن يستجيب بسرعة لو أعطى كمية بسيطة جدًا من هذا العنصر.

إن عناصر المجموعة الثانية تدخل فى بناء كل خلية بل وفى كل عمليات الميتابوليزم التى تتم فيها، أى أنها تدخل فى بناء الجسم وتكون مسئولة عن كل تفاعل فى الميتابوليزم مثل تخليق البروتين والأحماض النووية nucleic acids ولهذا فإن نقص

هذا العنصر يؤثر فى جميع العمليات الحيوية فى الجسم وتقل مقاومته للعدوى أو ظروف غريبة أو ضغوط ولا يتمكن الفرد من حفظ حالته الداخلية وتوازنه "milieu interieur"، وقد وجد El Hendy وآخرون (٢٠٠١) أن نقص الزنك فى غذاء الفيران النامية أدى إلى تغيرات متعددة فى أعضاء وأنسجة الجسم المختلفة مثل انخفاض وزن الجسم والأعضاء المختلفة وتغيرت صورة الدم من حيث محتواه من العناصر الغذائية المختلفة.

إن استراتيجية استجابة الفرد للتغيرات فى المتناول من العناصر الغذائية تختلف -ففى النمط الأول فإن الجسم يحتفظ بجزء من العنصر المتناول ويمكن سحبه وقت الحاجة- بينما فى النمط الثانى فإن جزء من العنصر المتناول يدخل فى تجديد الأنسجة أثناء العمليات المرتبطة بدورة العنصر turnover أما الزيادة فتخرج خارج الجسم - وعندما ينخفض المتناول من هذا العنصر يقف النمو. ولذا يعمل الجسم على خفض إخراج العنصر من الجسم لأقل حد ممكن وفى خلال هذه المدة التى يتم فيها الاحتفاظ بالعنصر - لإعادة استخدامه re-use يقف النمو لأنه لا يتم إلا فى وجود مستوى معين من العنصر فى النسيج - ولذا يعمل الجسم على استعادة مستوى العنصر فى الأنسجة حتى يتمكن من النمو. ولذا فإن لجوء الجسم إلى وقف النمو يعتبر وسيلة لرفع مستوى المخزون من العنصر ويلاحظ أن جسم الطفل يقوم بكل عمليات الصيانة وتتم بصورة طبيعية منفصلة عن النمو - وإذا استمر النقص فى العنصر ومع استمرار عمليات الصيانة فإن الطفل يتخلف فى وزنه كثيرًا عن أقرانه حتى يصل إلى مرحلة فشل النمو.

وعلى هذا فإن فشل النمو يحدث نتيجة نقص أى عنصر من عناصر المجموعة الثانية. ولذا فإن العلاج يكون بإعطاء الطفل كل عناصر المجموعة الثانية بطريقة متزنة.

وتتم ميكانيكية إيقاف النمو بطرق عديدة منها خفض هرمون معين لازم للنمو، خفض تخليق البروتين... إلخ ومع ذلك لا يمكن تحديد سبب لخفض سرعة النمو - ولا يمكن ملاحظة أو تشخيص أى عرض من الأعراض الأخرى مع خفض أو وقف النمو. فمثلاً خفض النمو يحدث نتيجة نقص فى البروتين، الطاقة، الزنك، المغنسيوم، الفوسفور، البوتاسيوم... إلخ كما أن الجهاز المناعى يتأثر وهذا يزيد من تعرض الفرد للعدوى.

ويلاحظ أنه عندما يكون النقص فى العنصر متوسطًا فإنه لا تظهر أعراض واضحة وعند استعادة تناول العنصر فإن الوزن يستعيد طبيعته.

أما فى حالة النقص الشديد فى العنصر فإنه يحدث نقص سريع فى العنصر. وفى البداية قد يرجع نقص الوزن إلى أى سبب آخر مثل الإسهال أو العدوى أو الطفيليات، وفى النقص المزمن يكون قصر القامة شائعًا أكثر من الهزال - وهذا يتوقف على شدة النقص ومدته.

وبالنسبة لتوازن المجموعة الثانية فإن الجسم يكون فى حالة سالبة ليس فقط فى عنصر واحد بل فى جميع العناصر - فمثلاً إذ لوحظ وجود توازن سالب فى النيتروجين فيمكن أن يتوقع وجود نقص فى غيره من عناصر المجموعة الثانية ولهذا فالعلاج يتطلب تناول كل عناصر المجموعة بغض النظر عن سبب التوازن السالب أو نقص الوزن.

وليس من السهل حدوث نقص فى عناصر المجموعة الثانية فى الإنسان البالغ عن طريق الغذاء بل لابد أن تكون لسبب آخر مرضيًا - فمثلاً لا يحدث نقص فى عنصر الصوديوم فى الإنسان البالغ إلا إذا كان هناك فقد زائد عن طريق العرق أو الإسهال..

وحيث أن عناصر المجموعة الثانية تعتبر أساسية فى جميع العمليات الحيوية فى الحيوان والنبات على السواء فإن تركيز هذه العناصر يكون متقاربًا فى الأغذية المختلفة. ولذا فلا يوجد أغذية ينقصها هذه العناصر ولذا تسمى Dietar Fellow Travellers.

كما سبق فإنه لا يمكن تحديد أى عنصر من عناصر المجموعة الثانية يسبب خفض النمو - ولكن فى حالة نقص الوزن بالنسبة للطول wt/ht أو القزمية short stature يسهل تحديد السبب ويمكن تحديد العنصر المسبب.

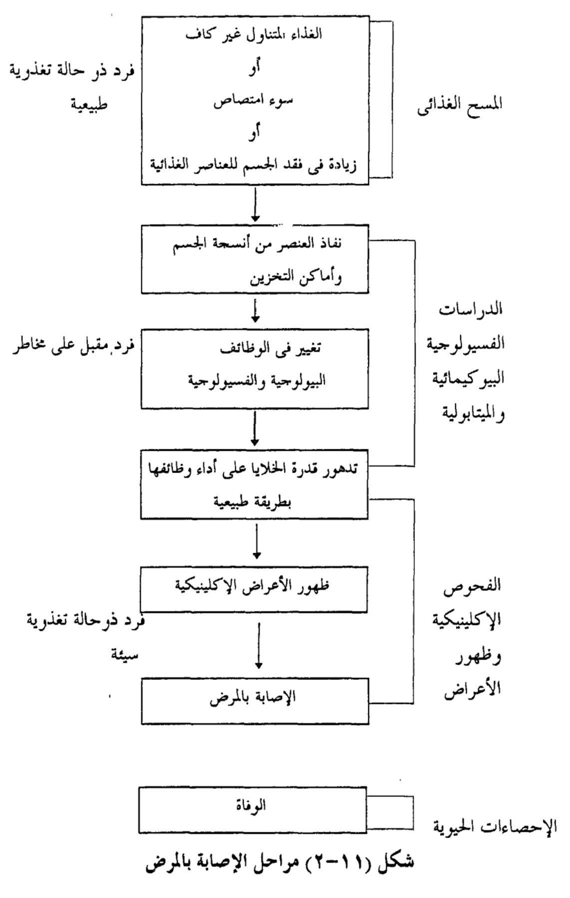
بالإضافة إلى فشل النمو فإن عناصر المجموعة الثانية تؤثر على الشهية - فمثلاً إذا كان هناك نقص فى الزنك فإن الطفل يستعيد شهيته إذا أضيف له الزنك فى غذائه ويزيد ما يتناوله من العناصر الأخرى مثل الطاقة والبروتين والبوتاسيوم.

أى أنه لابـد أن يحصـل الفـرد علـى كفايتـه مـن كـل عنـاصر هـذه المجموعـة لاستعادة النمو أو الشهية ويشير Krebs وآخرون (١٩٨٤) أن العنصر الشديد النقـص فى هذه المجموعة هو الذى يحدد حالة الطفل وإن إضافتـه تحـدد مـدى رجـوع الطفـل لحالته الطبيعية مع وجود توازن فى جميع عناصر المجموعة الثانية وقد ظهر أن الطفـل لم يستعيد طبيعتـه إذا أعطى الطاقـة والـبروتين فقـط مـع تجـاهل عنـاصر هـذه المجموعـة وخصوصًا البوتاسيوم والمغنسيوم والزنك والفوسفور.

فى تجارب تقوية الغذاء وجد Gibson وآخرون (١٩٨٩) فى كنـدا أن ٢٥٪ فقط من الأطفال فى مرحلة النمو المميزة بالزيـادة الكبـيرة فـى الطـول **height spurt** استجابوا لإضافة الزنك فى الغذاء وأشار أن سـبب عـدم اسـتجابة الأطفـال أن نقـص طول الطفل لم يكون راجعًا إلى نقص الزنك بل إلى نقص عناصر أخرى لم تؤخـذ فـى الاعتبار مثل المغنسيوم والبوتاسـيوم والفوسـفور ولـذا لابـد مـن توافـر جميـع العنـاصر بنسب متوازنة من عناصر المجموعة الثانية.

أما فى حالة نقص عناصر المجموعة الأولى فإنه يحدث تغيرات بيوكيميائية دون حدوث أى أثر فى المقاييس الجسمية. بينما نقص عناصر المجموعة الثانيـة يؤثـر علـى المقاييس الجسمية دون حـدوث تغيـيرات بيوكيميائيـة وطبيعـى لابـد مـن إجـراء كـل المقاييس الأنثروبومترية والتقديرات البيوكيميائية عنـد تقديـر الحالـة التغذويـة ويوضـح شكل (١١-٢) مراحل الإصابة بالمرض.

والمتبع عادة أن دراسة المقاييس الجسمية تتم لمعرفة مدى انتشار النقص وسـوء التغذية وعـادة يعـالج الأطفـال بإعطـائهم الطاقـة وجميـع عنـاصر المجموعـة الأولى وأن نقصها واسع الانتشار دون الاهتمام باعطائهم عنـاصر المجموعـة الثانيـة المسـببة لقصـر القامة والهزال.



شكل (١١-٢) مراحل الإصابة بالمرض

ويحظى موضوع نقص الطاقة باهتمام خاص؛ فهى إن كانت تقع مع عناصر المجموعة الثانية إلا أنه يمكن اعتبارها تقع فى مجموعة ثالثة خاصة وذلك لأن عناصر المجموعة الأولى لازمة للعمليات الحيوية وعناصر المجموعة الثانية لازمة لبناء وحدات الأنسجة - فإن الطاقة لازمة لإعطاء القوة والطاقة اللازمة لاتمام هاتين العمليتين الكبيرتين والطاقة ليست عنصر كباقى العناصر - فإنها مقياس للقيمة السعرية للأغذية - ويلاحظ أنه يوجد نقص الطاقة فى حالة المجاعات.

ومن جهة أخرى فإن نقص الطاقة المتكرر يكون راجعًا إلى فقد أو انخفاض الشهية وليس بسبب نقص الغذاء - أى أن نقص الطاقة ليس هو السبب الأساسى لحدوث سوء التغذية ولكنه سبب ثانوى تابعًا لنقص عناصر المجموعة الثانية أو العدوى أو أى مرض يصيب الميتابوليزم. ولهذا فالعلاج لا يتم بإعطاء الطفل الغذاء الموجود بالمنزل ولكن بعلاج الشهية وهذا يتطلب الاهتمام بنوعية الغذاء وليس بكميته فقط. ويمكن تقسيم الاستجابات لكل نمط كما فى جدول (١١-٤).

جدول (١١-٤) نمط الاستجابات تبعًا لنوع العنصر الناقص حسب المجموعة التى ينتمى إليها

النمط الأول	النمط الثانى
١- يستمر النمو.	١- فشل النمو.
٢- ظهور أعراض محدودة.	٢- ظهور أعراض غير محددة.
٣- ينخفض تركيز العنصر فى الأنسجة.	٣- لا يتغير تركيز العنصر فى النسيج.
٤- يوجد مخزون للعنصر فى الجسم.	٤- لا يوجد مخزون للعنصر فى الجسم.
٥- يتركز العنصر فى بعض الأنسجة.	٥- لا يتركز العنصر فى نسيج معين.
٦- تتأثر بعض إنزيمات معينة.	٦- يتأثر الميتابوليزم بصفة عامة.
٧- لا تتأثر الشهية.	٧- تنخفض الشهية.
٨- تركيز العنصر فى النسيج لا يتأثر بتركيز عناصر المجموعة الأولى الأخرى.	٨- يعتمد تركيز العنصر على تركيز باقى عناصر المجموعة الثانية.
٩- لا يتأثر تركيز العنصر بتغير حالة الميتابوليزم.	٩- ينخفض تركيز العنصر تبعًا لحالة الميتابوليزم.
١٠- نسبته فى الأغذية تختلف كثيرًا.	١٠- نسبته فى الأغذية لا تختلف كثيرًا.
١١- يمكن تشخيصه بالطرق البيوكيميائية.	١١- لا يحدث تغيرات بيوكيميائية.
١٢- تغير المقاييس الجسمية لا يظهر إلا فى مراحل متأخرة من النقص.	١٢- يمكن اكتشافه بتغير المقاييس الجسمية لأنها تظهر فى أولى مراحل النقص.

ثالثًا : الاضطرابات والأمراض المرتبطة بسوء التغذية والعلاج التغذوى :

مقدمة :

يؤدى سوء التغذية إلى اعتلال الصحة وخصوصًا إذا استمر لفترة طويلة، وتظهر الحالات المرضية ومنها الكساح، الاسقربوط، البربرى، البلاجرا، نقص فيتامين A، الأنيميا، الجويتر، الكواشيوركور، المراسمس. وعندما يبدأ سوء التغذية فى وقت مبكر.ويستمر لفترة طويلة فإن الضرر يمتد إلى بناء العظام والمخ، وهذا يسبب ضررًا بالغًا.

وتعانى الدول النامية بانتشار حالات سوء التغذية؛ ففى إفريقيا يعانى ٣٠٪ من الأطفال من سوء التغذية، وعلى حسب تقدير WHO أن ١٠ مليون طفل تحت عمر ٥ سنوات يعانون من سوء تغذية شديد، ٩٠ مليون من سوء تغذية متوسط، وأن ٧٥٪ من وفيات الأطفال تحت عمر ٥ سنوات ترجع إلى سوء التغذية مصحوبًا بأمراض معدية.

ويمر سوء التغذية بثلاث مراحل كما سبق، فى المرحلة الأولى أى فى مرحلة التكيف يستخدم الفرد المخزون من العنصر أو العناصر الغذائية فى الأنسجة ولذا تعمل وظائف الخلية بصورة طبيعية وتستمر كذلك حتى ينفذ المخزون فى الأنسجة. وإذا لم يحدث تحسن فى الغذاء تستمر وظائف الخلية نتيجة دخولها فى مرحلة المواءمة أو التأقلم ولكن دون ظهور أعراض مرضية واضحة. وإذا لم تتحسن الظروف فإن الجسم يدخل فى مرحلة المرض وظهور الأعراض المرضية المتعلقة بنقص العنصر أو العناصر الغذائية المختلفة. ويمكن تصحيح الوضع بتناول العناصر الغذائية الناقصة والمسببة لهذه الأعراض المرضية، ويكون ذلك بتناول الأغذية الغنية فى هذه العناصر.

ومن أمثلة الاضطرابات والأمراض المرتبطة بسوء التغذية :

- الكواشيوركور Kwashiorkor :

نقص بروتين الغذاء :

يصاب الطفل بالكواشيوركور عند فطامه بعد طول مدة رضاعة ويقدم له غذاء فقيرًا فى البروتين وخصوصًا الحيوانى، وهذا راجع إما إلى فقر أو إلى جهل الأمهات.

عندما تكون نسبة البروتين فى الغذاء غير كافية لسد حاجة الفرد، فإن الخلايا ينقصها الأحماض الأمينية اللازمة للبناء، وتظهر هذه الحالة بوضوح فى الطفل أثناء النمو حيث تقل سرعة نموه، ويختلف تأثير النقص فى الأنسجة والأعضاء المختلفة حسب سرعة تجديد خلايا الجسم، فمثلاً خلايا الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء تتجدد كل يوم أو يومين بينما يصل عمر الكرات الدموية الحمراء ١٢٠ يومًا. أى أن أثر نقص البروتين يظهر بسرعة على الغشاء المخاطى المبطن للأمعاء وعلى الغدد التى تفرز العصارات الهاضمة فيتأثر هضم الغذاء وامتصاصه ويصاب الفرد بالإسهال.

ومن أولى أعراض نقص البروتين فى الجسم، فقد الماء والالكتروليتات، كما يتأثر الكبد فى أداء وظائفه وتتراكم الدهون فيه، وتقل مقدرة الكبد فى تكوين البيومين البلازما، وهذه تؤدى إلى انتشار الماء فى الأنسجة وهو ما يعرف باسم حالة الاستسقاء ويلى ذلك فقد فى عضلات الفرد، وتقل مقدرته على انتاج الكرات الحمراء ويصاب الفرد بالأنيميا. أما الجهاز العصبى فيتأثر إذا كانت حالة نقص البروتين شديدة ومزمنة.

ويعتبر تحليل بلازما الدم لمعرفة مستوى البروتينات، دليلاً على الحالة التغذوية للبروتين عند الفرد، والمستويات الطبيعية لبروتينات البلازما:

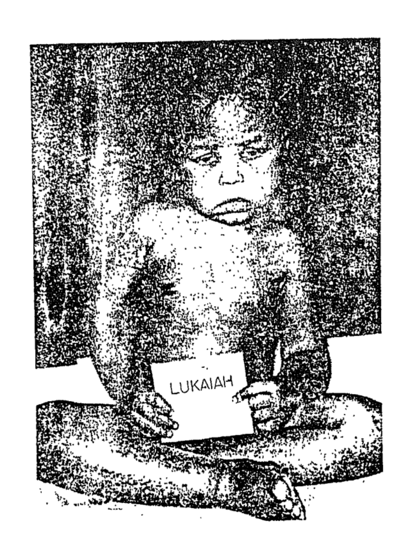
	بروتينات البلازما (جم / ١٠٠ مل)	
	المتوسط	المدى
البروتين الكلى	٦,٨	٥,٨-٧,٨
البيومين	٤,٣	٣,٥-٥,٦
جلوبيولين	٣,٢	١,٦-٣,١
فيبرينوجين	٠,٣	٠,٢-٠,٤

وعندما يهبط مستوى الالبيومين فى البلازما إلى ٣,٥جم/١٠٠مل، فإن هذا دليل قاطع على سوء التغذية البروتين فى الفرد، وفى الحالات الشديدة يهبط البروتين إلى ١,٥جم/ ١٠٠ مل، أما مستوى الجلوبيولين فإنه لا يتغير وعادة يرتفع مستواه نظرًا لحدوث حالات عدوى، فى بعض الحالات تحدث نقص البروتين بالرغم من أن

مقدار البروتين المتناول مناسب، وذلك نتيجة لبعض الأمراض الباثولوجية الأخرى كما فى حالة فقد البروتين فى البول نتيجة لأمراض الكلى. أو فقد البروتين لحدوث نزيف أو عدم القدرة على بناء البروتين من الأحماض الأمينية نتيجة لمرض الكبد..

ويعتبر ضعف النمو من أهم مظاهر الإصابة بمرض الكواشيوركور، وهو يحدث كما فى المراسمس إلا أن الإصابة بالاستسقاء ووجود بعض الدهون تحت الجلد تقلل من مظاهر ضعف النمو، ويحدث الاستسقاء نتيجة نقص البروتين الغذائى كما يرجع إلى نقص الأملاح والماء فى الوجبة، وهذا الورم قد يظهر فى كل أجزاء الجسم بما فيها الوجه، ولكنه يظهر بشكل واضح فى الأرجل، كما يتغير لون الجلد، ويفقد الشعر لونه ويتغير إلى اللون الأحمر، كما يتغير اللسان ويصاب الطفل بإسهال ويتأثر الكبد وتضعف العضلات وقد لا يتمكن الطفل من المشى أو الزحف، كما يصاب الطفل بالأنيميا نتيجة نقص البروتين والحديد وبعض الفيتامينات علاوة على نقص امتصاص العناصر الغذائية.

ويوضح شكل (١١-٣أ) صورة لطفلة مصابة بمرض الكواشيوركور، والشكل (١١-٣ب) صورة لنفس الطفلة بعد شهر واحد من العلاج.



شكل (١١-٣أ) صورة لطفلة مصابة بمرض الكواشيوركور



شكل (١١-٣ب) صورة لنفس الطفلة بعد شهر واحد من العلاج

ـ المراسمس marusmus :

نقص البروتين والطاقة معًا فى الغذاء

يصاحب أمراض سوء التغذية البروتينية -خصوصًا فى الأطفال- إما نقص السعرات الحرارية لغذاء الطفل أولا يصاحبها نقص الطاقة، وعند دراسة حالات نقص البروتين والسعرات الحرارية Protein-Energy. Malnutrltion (PEM) نجدها تتدرج مثلما يتدرج تحليل الطيف الضوئى، فتبدأ بمرض نقص البروتين مع السعرات مع عناصر غذائية أخرى وتعرف باسم مراسمس Marasmus فى أحد أطراف الطيف، وتنتهى فى الطرف الآخر بحالة نقص البروتين الكمى والنوعى المعروفة بمرض الكواشيوركور.. وهاتان الحالتان هما طرفا الطيف، وبينهما حالات مختلفة من نقص البروتين والسعرات مع عناصر أخرى وأكثر الحالات البيئية المعروفة هو الكواشيوركور المراسمى Marasmic Kwashorkor وتأخر النمو المعروف باسم Nutritional dewarfism وحالة نقص البروتين مع السعرات الحرارية (PEM) من الحالات الخطرة فى الدول النامية، فهى المسئولة عن وفاة نصف الأطفال قبل سن الخامسة.

والتعبير مراسمس مشتق من كلمة يونانية معناها يفقد، والتعبير مراسمس غذائى Nutritional Marasmus يعادل الجوع Starvation عند الكبار، أما التعبير كراشيوركور فقد استخدم منذ ١٩٢٢، وهو مرض الطفل الثانى ومعناه ذو الشعر الأحمر.

ويحدث نقص البروتين والسعرات الحرارية (PEM) عادة للأطفال تحت سن الخامسة، وقد يحدث للكبار ولكن بدرجة أقل، ويكثر المراسمس بين الأطفال تحت سن سنة، أما الكواشيوركور فيكثر بين الأطفال فى السنة الثانية.

ويحدث المراسمس خصوصًا بين الأطفال عندما تقل المسافة الزمنية بين الطفل والآخر أى عند سرعة تكرار الحمل وكذا عند الفطام المبكر المفاجئ المصحوب بتغذية غير سليمة وغير صحية، وخصوصًا إذا أعطى الطفل اللبن مخففًا جدًا وبكميات صغيرة أى تكون التغذية ناقصة فى السعرات الحرارية والبروتين بالإضافة إلى عدم نظافة المسكن ومكان إعداد الطعام، فتحدث النزلات المعوية بشكل مستمر، ويمنع الطعام عن الطفل ويعطى سوائل غير مغذية.

وحين يصاب الطفل بالمراسمى، فإنه يظهر عليه الهزال ويصبح وزنه أقل كثيرًا من المعتاد بالنسبة للأطفال الأصحاء فى مثل سنه، يقل طوله وتنخفض درجة حرارته ويصاب بالإسهال، وتضعف عضلاته ويجف جلده وتقل شهيته والشكل (١١-٤) صورة لطفلة عمرها ١٣ شهرًا مصابة بمرض المراسمس قبل وبعد العلاج.



شكل (١١-٤) صورة طفلة (أ) مصابة بالمراسمس عمرها سنتين

الصورة (ب) نفس الطفلة بعد علاج دام ١٠ شهور

أما الكواشيوركور المراسمى فإنه يتفشى فى الجهات التى ينتشر فيها حالة نقص البروتين والسعرات الحرارية (PEM)، وأعراضه خليط من الكواشيوركور والمراسمس، ويرجع إلى اختلاف نقص التغذية والمستوى الاجتماعى المنخفض والإصابة بالعدوى أو الطفيليات.

وعادة يدخل الطفل إلى المستشفى طلبًا للعلاج من حالة (PEM) بعد أن تشتد عليه الحالة، ولكن فى بعض الجهات التى يشيع فيها حالة (PEM) فإن انخفاض وزن الطفل أو قصر قامته الناتجتين عن نقص التغذية، لا يشكلان خطورة ولا يبرزان

المظاهر الأخرى لأعراض المرض، ولكن الأطفال فى هذه الحالة معرضون للإصابة بمرض الكواشيوركور المراسمى، إذا أصيبوا بأمراض مثل الحصبة أو السل أو الملاريا أو اضطراب الجهاز الهضمى أو أمراض الجهاز التنفسى، ولذا لابد من اكتشاف حالة نقص الوزن والطول بالنسبة للأطفال مبكرًا، ويلاحظ أنه لابد من التفريق بين قصر القامة وصغر الحجم الناتج عن نقص التغذية وتلك الحالات الراجعة إلى الأمراض المختلفة الأخرى مثل الأمراض الكلوية أو الاضطرابات الهرمونية أو الخلقية... إلخ، ويمكن عن طريق معرفة التاريخ الغذائى والتاريخ الصحى والكشف الطبى التعرف على حالات (PEM).

وفى بعض الحالات يصاب الطفل بالإسهال عند بدء الفطام، وهو ما يعرف باسم إسهال الفطام **Weanling dirrhea** وهذه الحالة من الإسهال فى الطفل السليم صحيًا أمرها بسيط ويمكن علاجها بسرعة. أما فى الأماكن المنتشر فيها مرض **PEM** فإنها قد تؤدى إلى الوفاة.

وفى حالات **PEM** يصاحب الأعراض سابقة الذكر اضطرابات فى ميتابوليزم العناصر المختلفة، فيتغير مستوى الأحماض الأمينية فى الدم، وكذا مستوى الالبيومين والجلوبيولين فى الدم، وينخفض نشاط الإنزيمات، وتقل قدرة الكبد على ميتابوليزم الدهون، فتتراكم فى الكبد، وينخفض الجلوكوز فى الدم، وكذا الجليكوجين فى الكبد، ويقل مستوى البوتاسيوم والمغنسيوم فى الجسم، وقد يتأثر مستوى الصوديوم، ويوضح الجدول (١١-٥) تركيب جسم الطفل فى حالة الصحة والإصابة بمرض (**PEM**).

جدول (١١-٥) تركيب جسم طفل عمره سنة

في الحالة الطبيعية وفى حالة الإصابة بمرض (PEM)

	الحالة الطبيعية		حالة الإصابة بمرض	
	كجم	٪	كجم	٪
وزن الجسم	١٠,٠	١٠٠	٥,٠	١٠٠
الماء	٦,٠	٦٠	٤,٠	٨٠
بروتين	١,٧	١٧	٠,٦	١٢
دهن	١,٥	١٥	٠,١	٢
مواد معدنية	٠,٨	٨	٠,٣	٦

ويلاحظ أن الطفل إذا كان يعانى لمدة قصيرة من حالة واحدة من حالات نقص البروتين والسعرات الحرارية فإنه يمكن شفاؤه، فيرجع إلى حالة النمو الطبيعى على أساس أن الوجبات الغذائية مناسبة، أما إذا كانت الحالة التى يعانى منها الطفل قد استمرت لمدة طويلة، فإنه يمكن شفاؤه ويصبح فى حالة صحية جيدة ولكن حجمه ووزنه يظلان أقل من المعدل الطبيعى أما فى الحالات الشديدة، فإن شفاء الطفل يصبح أمرًا ليس بالسهل وقد أظهرت دراسات Garrow & Pike (١٩٦٧) التى أجريت فى جامايكا أنه من بين ٣٤٣ طفلاً دخلوا المستشفى ويعانون من حالات سوء التغذية الشديدة أن ١٥٪ منهم توفى، وأن ١٢٪ كان شفاؤهم بطيئًا، وأن ٣٠٪ كان شفاؤهم بسرعة متوسطة وأن ٤٣٪ كان شفاؤهم سريعًا.

وقد تابع Garrow & Pike (١٩٦٧) الأطفال الذين تم شفاؤهم، ورأى أنهم قد وصلوا إلى معدل الوزن الطبيعى بعد سنوات تتراوح بين ٢، ١٠ سنوات، ولكن يلاحظ أن هناك حاجة إلى دراسات لمعرفة مدى شفاء بعض الأعضاء مثل الكبد والمخ فى مثل هذه الحالات، إذا لوحظ أن حالات تليف كبد منتشرة بين المراهقين والبالغين فى بعض الجهات المنتشرة فيها حالة PEM وقد يرجع هذا إلى أسباب أخرى مصاحبة لحالة (PEM) أما بخصوص المخ فقد أظهرت بعض الدراسات التشريحية التى أجراها Brown (١٩٦٥) أن حجم المخ يقل فى حالة سوء التغذية.

وفى مدينة الإسكندرية بمستشفى الشاطبى الجامعى فى دراسة أجرتها هدى بدوى (١٩٨١) على ٣٠٠ طفل فى السن ما قبل المدرسة أصيبوا بسوء التغذية من البروتين والطاقة PEM بعد انقضاء فترات مختلفة على علاجهم دلت النتائج على أن متوسط أوزان الإناث والذكور تزيد بزيادة عدد السنوات التى قضوها بعد العلاج فيتماثل الأطفال للشفاء بزيادة الفترة المنقضية بعد العلاج وهذا يوضح ظاهرة اللحاق بالنمو.

ويعالج الحالات المختلفة لنقص البروتين والسعرات الحرارية بين الأطفال بتعاطى مصدر جيد للبروتين والطاقة ويعتبر اللبن خير مصدر لهذا، إلا أن بعض الأطفال يفضل فى علاجهم اللبن الفرز لأنهم لا يستطيعون تحمل اللبن الكامل، ويمكن استعمال اللبن الفرز المخفف وبالكازين، وفى الجهات التى يقل فيها انتاج اللبن، فإنه يمكن استعمال خليط من بروتينات نباتية مدروسة على أسس علمية، ويمكن إعطاء الطفل بروتين حوالى ٣,٥ جم / كجم من وزنه فى اليوم، وللطفل الرضيع ٢,٣ جم / كجم من وزنه فى اليوم، والطفل الذى يعانى من اضطرابات هضمية يمكن أن يأخذ ١جم / كجم/ اليوم ويلاحظ أن ٣٠ ملليمتر من اللبن (أوقية) تحتوى على ١جم بروتين أى أن الطفل إذا أخذ ١٠٠ ملليمتر / كجم فى اليوم فإنها تكفى لأن تمده بحوالى ٣,٣ جم/ كجم من وزنه فى اليوم.

وفى الحالات الشديدة، وفى حالات الأنيميا والقئ ينبغى تصحيح توازن الماء والألكتروليتات وميزان الحموضة والقلوية، وعادة يبدأ العلاج الغذائى فى اليوم التالى حيث يعطى الطفل وجبة اللبن أو الكازين، وفى بعض الجهات تستعمل الوجبة التالية: ٦٠جم مسحوق لبن فرز، ١٥جم زبدة، ٢٠جم دقيق، ٢٥٠ ملليمتر ماء.

وينصح بإعطاء الأطفال عنصرى السلينيوم والكروميوم يفيد فى تحسن استجابة الأطفال للعلاج (كما سبق) وقد ظهر نقص هذين العنصرين فى دم الأطفال المصابين بحالة PEM.

ـ البدانة Obesity :

البدانة أو السمنة هى تراكم الدهون فى الجسم نتيجة زيادة السعرات التى تناولها الفرد عن احتياجه، وزيادة وزن الجسم بما يعادل ١٥-٢٠٪ عن المعدل

الطبيعي. وهى تُزيد من قابلية الفرد للإصابة بالأمراض المختلفة، ومـن بـين الأعـراض التى يتعرض البدين للإصابة بها مرض السكر أو أمراض القلـب أو ضغـط الـدم، وقـد ترجع الإصابة بهذه الأمراض للكسل أو لأسباب وراثية. وتنتشر السـمنة بـين النسـاء فى الوطن العربى من ٤٠-٦٨٪، وفى مصر ٦٢٪.

وتظهر السمنة بتقدم العمر، حيث تقـل حركـة الفـرد بمـا يـؤدى إلى تكـدس الدهون. عادة تحدث السمنة بين سن ٢٠-٥٠ سنة، ولكن بعد ذلـك يحـدث نقـص فى الوزن، وفى الشخص العادى فإنه يمكن أن ينظم سرعة عمليات الميتـابوليزم ويزيـد احتراق الأغذية بدلاً من تراكمها، وهذا التنظيم الفسيولوجى يفقده الشخص البديـن، وعادة يقـل تحمـل الفـرد للجلوكـوز glucose tolerance، وربمـا تكـون هـذه بدايـة الإصابة بمرض السكر.

وفى كثير من الحالات تحدث السمنة نتيجة فشل مزمـن فـى التـوازن بـين مـا يتناوله الفرد من طاقة وبين ما يتم استهلاكه (Bray وآخرون ١٩٨٩). والسـمنة قـد تظهر كما سبق ذكره نتيجة الإفراط فى تناول الغذاء وما به من طاقة تزيد عن احتياج الجسم، وهنا يمكن أن يكون للوراثة دور فى ذلك حتى ولو كان النظام الغذائى الـذى يتبعه الفرد مناسبًا. وتذكر WHO / FAO (١٩٩٧) أن هنـاك أنـواع مـن السـمنة أو البدانة يلعب فيها تركيب الغذاء، وبخاصة الأغذية فى الدهون، دورًا رئيسيًا.

وعلى أى حال فإن ضبط السمنة يكون عن طريق إحداث تغير فى مكونـات النظام الغذائى أو تقليل كمية الطعام المتناولة أو زيادة أكسدة العناصر الغذائية.

ويلاحظ أن الفرد قد يكـون وزنـه أكـثر مـن الـلازم نتيجـة تراكـم المـاء فـى جسمه، ويمكن معرفة هل زيادة الـوزن ترجـع إلى دهـن بتقدير أو قيـاس الدهـن فـى الجسم.

إن حـدوث السـمنة نتيجـة تناول أطعمـة تحتـوى علـى مستوى مرتفـع مـن الكربوهيدرات أصعب منه فى حالة ارتفـاع مستوى الدهـن فـى الغـذاء، وذلـك لأن حجم أو كمية الأطعمة المحتويـة علـى الكربوهيـدرات أو الأليـاف، أكـبر مـن الكميـة المطلوبة من الأطعمة المرتفعة فـى الدهـون، كمـا أن سـعة تخزيـن الكربوهيـدرات فـى

الجسم محدودًا، وكذلك مسارات التمثيل الخاصة بتحويل الكربوهيدرات إلى دهون محدودة وتحتاج إلى طاقة كبيرة. علاوة على ذلك فإن تناول الكربوهيدرات ينشط عملية أكسدتها ويحافظ على توازنها فى الجسم بمجرد أن تمتلئ مخازن الجليكوجن (WHO / FAO ١٩٩٧).

كما أن الجسم يسيطر سيطرة تامة على توازن البروتينات، ويلاحظ أن مخزون الجسم من البروتينات لا يزيد إلا استجابة لمثيرات أخرى غير تلك الناتجة عن زيادة بروتينات الغذاء. وعادة فإن الزيادة من البروتين عن حاجة الجسم إلى البناء والصيانة تتحول إلى كربوهيدرات، ويساهم التوازن الموجب للبروتين فى إجمالى توازن الطاقة، وذلك بنفس الطريقة التى يساهم فيها التوازن الإيجابى للكربوهيدرات.

أما بالنسبة للدهون فإن عدم التوازن المزمن بين ما يتناوله الفرد من دهن وما يتأكسد منه يؤدى إلى تغير مخزون الدهن فى الأنسجة، وحتى يتجنب الإنسان تخزين دهن الطعام لابد أن يتم تأكسده للوصول إلى حالة ثبات فى الجسم.

يلاحظ أن تأكسد البروتين والكربوهيدرات يتوقف على مقدار ما يتناوله الفرد منها بعكس الدهون، فإن ما يتأكسد لا يتأثر بما يتناوله منها، ولكن توازن الدهون يرتبط بتوازن الطاقة، فالتوازن السلبى للطاقة يؤدى إلى تنشيط تأكسد الدهون ويتم ذلك بالتمرينات الرياضية، أو خفض المتناول من الدهون.

ويلاحظ أن تخفيف الوزن يكون مصحوبًا بميل إلى خفض تأكسد الدهون فى الجسم، ولهذا يوصى Schutz وآخرون (١٩٩٢) أنه ينبغى أن يخفض مقدار ما يتناوله من الدهون بمعدل ٢٠جم/ اليوم/ ١٠ كجم تم إنقاصها من وزن الجسم، وذلك حتى لا يعاد اكتساب ما فقده الفرد من وزنه ثانيًا.

ولعلاج السمنة لابد من معرفة أسبابها: هل هى عوامل بيئية أو هرمونية أو نفسية، وعادة يفيد علاج البدانة بالمواظبة على التمرينات الرياضية غير المجهدة، والإقلال من تناول السكريات والفطائر والدهون، وينصح بعدم إقلال البروتين فى الغذاء مع الإكثار من الخضروات والاهتمام بالأحماض الدهنية الأساسية مما يعمل على خفض الوزن دون ضرر. ويلاحظ أن يكون خفض الوزن تدريجيًا لأن الإنقاص

العنيف فى الوزن ضار بالصحة، علاوة على أن الأدوية التى تضعف الشهية أو التى تزيل السمنة، والتى يتناولها بعض الناس ضارة بالصحة. يراعى ألا يقل محتوى الوجبة عن ١٠٠٠ كالورى، ويفضل زيادة عدد مرات تناول الأكل مع تقليل حجم الوجبة.

ـ النحافة Underweight :

النحافة عبارة عن مصطلح يدل على انخفاض وزن الجسم عن المعدل الطبيعى بما يعادل (١٥ – ٢٥٪) أو أكثر، وترجع النحافة إلى نقص فى كمية الغذاء مع القيام بمجهود شاق أو تمرينات رياضية عنيفة أو فقد الشهية، أو إلى اضطرابات نفسية أو كثرة تناول المنبهات أو إلى حدوث اضطرابات فى الجهاز الهضمى، أو الإصابة بالمرض، أو عدم قدرة الفرد على تمثيل الغذاء.

ويتكيف الجسم لنقص الغذاء حيث يفقد جزءًا من خلايا الأنسجة النشطة، وبذا يقل احتياجه للطاقة، وحيث أن الجسم أصبح خفيفًا، فإنه يتطلب طاقة ميكانيكية أقل للحركة وتقل كل الحركات الإرادية.

ولابد أن يتناول الفرد كميات وافرة من الغذاء مع توافر السعرات فى الغذاء والعناية بالبروتين والفيتامينات والمواد المعدنية والمواد المائية، مع الاهتمام بعلاج الأنيميا إن وجدت.

وفى حالات النحافة الزائدة الناتجة عن الجوع، فإن الفرد يفقد كل أنسجة التخزين، ويصبح الجلد شبه منفصل ويحدث نقص فى الأنسجة العضلية وحدوث أديما، وفى الحالات الشديدة يقل وزن الأعضاء المختلفة ما عدا المخ، ويتغير تركيب الجسم، وتقل مقدرته على تكوين الإنزيمات والهرمونات.

وتعالج حالة النحافة الشديدة بتناول كميات غير كبيرة من الغذاء بسبب بطء الجهاز الهضمى، مع الابتعاد عن التوابل، ويفضل تناول اللبن الفرز عن اللبن الكامل لأن إفراز ليبيز البنكرياس يكون ضعيفًا.

ـ أمراض القلب والأوعية الدموية Cardiovascular diseases :

تشير أمراض القلب والأوعية الدموية إلى مجموعة من الاضطرابات تصيب القلب والأوعية الدموية بما فى ذلك أى عيب خلقى فى صمامات القلب أو أى تلف

فى عضلة القلب. ويشكل مرض الشريان التاجى معظم الوفيات نتيجة الإصابة بهـذه الأمراض. وتشير Esminger وآخرون (١٩٩٥) أنه قد يحـدث انخفـاض دوران الـدم فى أى جزء من القلب (ischmia) قد يسبب آلامًا شديدة فى الصدر، وقد ينتشر فـى المناطق المحيطة. وهناك حالات لا يشعر بها المريض silent attack ولكنها تـترك آثـارًا سلبية على عضلة القلب، وإذا حـدث هـذا القصـور فـى ورود الـدم إلى المخ يسـمى cerebrovascular disease ويفقـد المريـض الإحسـاس والوعـى، وهـذا مـا يعـرف بالسكتة الدماغية.

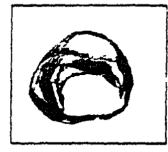
وتحدث الذبحة الصدريـة angina pectoris نتيجـة نقـص ورود الـدم لعضلـة القلب لمقابلة احتياجاته، وغالبًا يحدث الألم عنـد القيـام بمجهـود أو فـى حالـة الإثـارة العاطفية.

إن فكرة الناس عن أمراض القلب تنحصر فـى التغيـير الكبـير فـى تجلـط الـدم وانسداد الأوعية الدموية والشعور بألم ينتهى بالموت. ولكن هذه هى المراحل الأخيرة من المرض، ولكن بالكشف المبكر يمكن حماية الفرد من كثير من المخاطر.

ويحدث انسداد الشرايين artherosclerosis إمـا بواسـطة الجلطـة الدمويـة أو بواسطة تراكم الدهون كما فى شكل (١١-٥).



PLUGGED ARTERY WITH FATTY DEPOSITS AND CLOT



FATTY DEPOSITS IN VESSEL WALL



NORMAL ARTERY

انسداد الوعاء الدموى — ترسيبات دهنية على جدار الوعاء الدموى — وعاء دموى طبيعى

شكل (١١-٥) مراحل انسداد الوعاء الدموى

ويقوم القلب بضخ الدم تحت ضغط كبير إلى الشرايين المقواة جدرانها بألياف مطاطة وعضلات مرنة، وتنقبض الشرايين وتنبسط مع كل نبضة قلب، وبذا يصل ما فيها من عناصر غذائية إلى جميع أجزاء الجسم، ولذا فإن فقدان ليونتها يؤدى إلى قصور فى الدورة الدموية، وغالبًا ما يحدث انسداد الشريان التاجى قبل غيره.

ويعرض القلب للفشل heart failure عندما تضعف عضلة القلب لضخ كمية وافية من الدم إلى جميع الأنسجة كما فى حالة الإصابة بأمراض مختلفة، نقص فى العناصر الغذائية، تلف فى الصمامات، عدم انتظام نبض القلب، ارتفاع ضغط الدم، لزوجة الدم، ضيق فى الأوعية الدموية العمل الشاق...

ويتسم مرض القلب التاجى بانخفاض وصول الأكسجين إلى عضلة القلب وتتراوح أعراضه من حدوث الذبحة الصدرية إلى تليف عضلة القلب والموت المفاجئ. ويعزى السبب الرئيسى لهذا المرض إلى تصلب الشريان التاجى بسبب وجود جلطة مرتفعة فى محتواها من الدهون فى المنطقة المبطنة للشريان التاجى. وتبلغ نسبة الوفيات من مرض القلب فى العالم ٣٠٪.

العوامل المسببة للأمراض القلبية والوعائية :

١- المجموعات العرقية	٤- التدخين
٢- محتوى الوجبة الغذائية	٥- الهرمونات
٣- الحالة الصحية للفرد	٦- التوتر النفسى
	٧- المهنة وظروف العمل.

١- المجموعات العرقية Ethnic groups :

أظهرت العديد من الدراسات التى أجريت على نطاق واسع أن انتشار أمراض القلب كان مرتبطًا بارتفاع تناول الأغذية الغنية فى الزبدة، الجبنة، اللحم، السكر... فى حين وجد آخرون أن دولاً مثل جمهورية جورجيا فى روسيا وقبائل ماساى Masaic فى إفريقيا، وهم يتناولون أغذية غنية فى الدهون الحيوانية، والإسكيمو وهم يتناولون اللحوم والأسماك والحلوى؛ إلا أن المرض لم يكن واسع الانتشار.

وهذا يشير إلى أن المرض غير مرتبط بأسباب غذائية فقط، ولكن قد يوجد عوامل أخرى عرقية تتدخل فى هذا الصدد (Ensminger وآخرون ١٩٩٥).

٢ـ محتوى الوجبة الغذائية Dietary components :

ـ الكولسترول :

كانت هناك محاولات عدة لدراسة ارتباط حالة تصلب الشرايين بكمية الدهون المتناولة. وقد توافرت منذ منتصف القرن العشرين وجود علاقة تربط بين ارتفاع مستويات كولسترول الدم وارتفاع خطر الإصابة بمرض تصلب الشرايين وأن مستوى الكولسترول ينخفض بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة التى تساعد فى التخلص منه بعد عمليات الميتابوليزم فى صورة أحماض الصفراء (Goldsmith١٩٦٢) كما وجد Keys وآخرون (١٩٨٦) أن السكان الذين يتناولون كميات مرتفعة من الدهون، وخاصة الدهون الحيوانية والكولسترول، يتسمون بارتفاع نسبى فى كولسترول الدم وبارتفاع معدل الوفيات بمرض القلب التاجى بالمقارنة مع السكان الذين يستهلكون الأطعمة المنخفضة فى محتواها من الدهون.

ومستوى الكولسترول المناسب هو ٢٠٠ ملجرام/ ١٠٠ مل دم، على ألا يزيد عن ٢٤٠ ملجرام / ١٠٠ مل دم، وإلا يعتبر مصدر خطر. وبالنسبة للجلسريدات الثلاثية فالمستوى المناسب هو ١٧٥ ملجرام/ ١٠٠ مل دم، وإذا زادت عن ٢٢٠ ملجرام/ ١٠٠ مل دم فإنها تعتبر مصدر خطر.

ـ الليبوبروتينات :

تعمل الليبوبروتينات عالية الكثافة HDL على التقليل من خطورة الإصابة بمرض القلب، ويعتقد أنها تقوم بنقل الكولسترول من أطراف الجسم إلى الكبد لهدمه (Gordon وRifkind ١٩٨٩). ويشير Gyton وHall (١٩٩٦) أن HDL أنها تلتقط الكولسترول قبل ترسيبه على جدران الأوعية الدموية، ويفضل أن يكون مستواها أكثر من ٤٠ملجرام/١٠٠ مل دم على ألا تقل عن ٣٥ ملجرام/١٠٠مل دم.

أما الليبوبروتينات منخفضة الكثافة LDL فإنها تقوم بنقل معظم كولسترول الدم وتعتبر سببًا من أسباب تصلب الشرايين وقد عرف أيضًا أن LDL المتأكسدة ربما

هى السبب الرئيسى فى تصلب الشرايين حيث تقوم الخلايا الأحادية monocytes بابتلاع LDL المؤكسدة بسهولة وتكون طبقات من خلايا رغوية تؤدى إلى تصلب الشرايين. ويفضل أن يكون مستوى LDL أقل من ١٦٠ ملجرام/ ١٠٠ مل دم وإذا زادت عن ١٩٠ ملجرام/ ١٠٠ مل فإنها تعتبر مصدر خطر.

ـ الأحماض الدهنية غير المشبعة :

لقد ظهر أن الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع PUSFA وخصوصًا من عائلة w_3 قد يكون لها دور وقائى من الإصابة بأمراض القلب (Renaud وآخرون ١٩٨٦)، وخصوصًا حامضى Eicosapentaenoic، Docosahexaenoic، فهما يعملان على خفض مستوى الجلسريدات الثلاثية واللليبوبروتينات منخفضة الكثافة جدًا VLDL. وقد لوحظ انخفاض انتشار أمراض القلب بين السكان الذين يستهلكون السمك، وهو من المصادر الغنية بهذين الحامضين (Leaf و Weber ١٩٨٨).

وقد أظهرت نتائج التدخل أن النظام الغذائى المنخفض فى الدهون الحيوانية والمرتفع فى الدهون الغنية بالأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع قد أدى إلى خفض الكولسترول (Ferro-Luzzi وآخرون ١٩٨٤).

إن الأحماض الدهنية غير المشبعة تلعب دورًا فى تنظيم مستوى كولسترول حيث تعمل الأحماض أحادية عدم التشبع على خفض كولسترول الدم لحد ما دون أن تؤثر على مستوى الليبوبروتينات الثقيلة، أما الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فإنها تخفض من مستوى كولسترول الدم مع عملها على خفض الليبوبروتينات الثقيلة، ولهذا ينبغى التوازن بين هاتين الفئتين من الأحماض الدهنية فى غذاء الإنسان.

ويعمل حامض لينولييك Linoleic على خفض الليبوبروتيات منخفضة الكثافة، أما حامض الأولييك Oleic فتأثيره بسيط. ويشير Ferro-Luzzi وآخرون (١٩٨٤) أنه عندما تم إحلال الدهن الحيوانى محل زيت الزيتون والكربوهيدرات قد أدى إلى ارتفاع ملموس فى كولسترول الدم وفى الليبوبروتينات المنخفضة الكثافة LDL وذلك فى محاولات التدخل الغذائى. ومن جهة خرى فقد أشار Fitro

وآخرون (٢٠٠٠) أن زيت الزيتون يحتوى على فينولات phenols تمنع أكسدة LDL وبهذا يحمى الفرد من الإصابة بأمراض القلب.

والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع، وخصوصًا DHA, EPA فوائد أخرى منها أنها تعمل على سلامة جدر الأوعية الدموية وإطالة الفترة اللازمة لتجلط الدم، كما أنها تكون الإيكوزانويدات eicosanoids المختلفة السابقة الذكر، والتى تعمل على خفض مستوى كولسترول الدم وخفض تجميع الصفائح الدموية وسلامة الميتوكوندريا وتضاد فعل هرمونات الابنفرين والنورابنفرين اللذين يعملان على زيادة تحليل الدهون ورفع مستواها فى الدم، وأيضًا تعمل على تقليل أو منع تكوين بروتين Interleukine I الذى يعمل على زيادة تعرض الفرد للإصابة بأمراض عديدة منها أمراض القلب ومرض السكر وفقد الذاكرة.

ـ الأحماض الدهنية المتناظرة (trans) :

إن الأحماض الدهنية المتناظرة (trans) الناتجة من هدرجة الزيوت تؤدى إلى ارتفاع كولسترول الليبوبروتينات المنخفضة الكثافة فى بلازما الدم ولا تؤثر على كولسترول الليبوبروتينات المرتفعة الكثافة HDL (WHO/FAO ١٩٩٧). كما أنها تحل محل الأحماض الدهنية الأساسية فى جدار الخلية مما يؤدى إلى تغير الميتابوليزم وتؤثر على الإنزيمات المنتجة للإيكوزانويدات والتى لها دور فى خفض كولسترول الدم.

ـ الأحماض الدهنية المشبعة :

تعمل الأحماض الدهنية المشبعة على رفع كولسترول الدم لأنها تكون مع الكولسترول استر غير ذائب يسهل ترسيبه، إلا أن تأثيرها يختلف حسب طول السلسلة، ولكن أكثرها تأثيرًا هو حامض البالمتيك palmitic وهو أكثرها انتشارًا أيضًا فى الأغذية (Sundram وآخرون ١٩٩٤).

أما حمض الاستاريك stearic فتأثيره حيادى (Kasta وHayes ١٩٩٢) وقد يبدو أن هذا يرجع إلى تحويله إلى حامض oleic أسرع من غيره.

كما يختلف تأثير الأحماض الدهنية المشبعة باختلاف الجلسريدات الثلاثية من حيث مصدرها هل هى طبيعية أو مصنعة، لأن هذا يؤثر على نمط الأحماض الدهنية

الـذى يؤثـر بـدوره علـى ميتـابوليزم الليبوبروتينـات والكولســترول (Kritchevsky ١٩٨٨).

ويلاحظ أيضًا أن تأثير هذه الأحماض الدهنية المشبعة يختلف باختلاف مستوى كولسترول الدم، حيث يزيد تأثيرها فى رفع كولسترول الدم إذا كان مستواه أكبر من ٤٠٠ ملجم/ ١٠٠ مـل بعكـس حـالات المستوى الطبيعى للكولسـترول. كمـا أن مصادر الطاقة فى الوجبة يؤثر على ميتابوليزم الكولسترول (Kritchevsky ١٩٨٨).

- البروتين :

إن نقص البروتين قد يؤدى إلى رفع كولســترول الـدم، فالـبروتين يدخـل فـى تكوين الليبوبروتينات الهامة فى ميتابوليزم الكولسترول وحركة الدهون. فهـو يحتـوى على حامض الميثايونين methionine الذى هو مصدر مجموعة الميثيـل methyl اللازمـة لتكوين الفوسفوليبيدات والكارنتين Carnitine وهى من المركبـات اللازمـة لميتـابوليزم ونقل الدهون.

- الفيتامينات والمعادن :

إن نقص هذه العناصر الغذائية مرتبط بالإصابة بأمراض القلـب المختلفـة مثـل فيتامينـات E, C ومركبـات الكـاروتين تقلـل مـن نشـوء وتطـور تصلــب الشــرايين (Riemersme ١٩٩١)، فهى مضادات التأكسد التى تقلل من تأكسد الليبوبروتينـات المنخفضة الكثافة LDL وكذلك تحمى الجسم من مخـاطر البروكسيدات والشـوارد أو الأصول الحرة الضارة بالجسم.

كما يعمل فيتامين E مع السلينيوم على حفظ مستوى معين من مرافـق إنزيـم Q فى عضلة القلب الذى يدخل فى ميتابوليزم الطاقة، وعند نقصه تعجز الأنسجة عن توليد الطاقة اللازمة لها. كما أن نقص السلينيوم مرتبط بتلـف الأوعيـة الدمويـة التـى ترشح فى الأنسجة المحيطة (NAS ١٩٧٦).

كما أن نقص الكروميوم يعمل على سوء ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون، لأن الكروميوم مرتبط بزيادة فاعلية الإنسولين، وينتج عن ذلـك ارتفـاع الجلسـريدات الثلاثية فى الدم (Scheig ١٩٧٤). وتكثر هـذه الحـالات عنـد زيـادة تنـاول السـكر

المكرر، والدقيق الأبيض وغيره من الكربوهيدرات النقية جدًا، لأن هذا يؤدى إلى نقص الكروميوم فى هذه الأغذية وكثرة تناولها يؤدى إلى انخفاض المخزون منه فى الجسم.

ولمعادن الآثار دور أيضًا؛ إذ لها وظائف عدة منها تنظيم ضربات القلب وضغط الدم ومنع التجلط وعدم التصاق الصفائح الدموية أو الكرات الدموية ولذا فإن نقصها يؤدى إلى خلل هذه الوظائف.

ويلاحظ أن ارتفاع مستوى الكالسيوم فى الماء العسر قد يكون له آثار سلبية فى زيادة نسبة الوفيات بأمراض القلب.

٣ـ الحالة الصحية :

إن السمنة وارتفاع ضغط الدم ومرض السكر من العوامل المساعدة للإصابة بأمراض القلب.

٤ـ **التدخين** يؤدى إلى زيادة الإصابة بأمراض القلب لأن تأثير أول أكسيد الكربون CO يؤثر تأثيرًا بالغًا فى الأوعية الدموية ويعمل على خشونتها، مما يعمل على ترسيب أو تراكم الدهون. وللنيكوتين ضرر بالغ على عضلة القلب ويزيد من احتياجها للأكسجين، ويسرع من ضربات القلب.

٥ـ **وللهرمونات** أيضًا دور، وخصوصًا فى الرجال وفى النساء بعد الوصول لسن اليأس، إذ تعمل الهرمونات الأنثوية على حماية المرأة من هذا المرض، ولذا تتساوى نسبة الإصابة لديهن مع الرجال بعد سن ٥٠ سنة.

كما أن لهرمون الغدة الدرقية دور، حيث أن قابلية الفرد للإصابة تزيد بانخفاض هذا الهرمون.. كما أن زيادة هرمون الإنسولين عند بدء الإصابة بمرض السكر يساعد على ترسيب الدهون على جدر الأوعية الدموية.

٦ـ **التوتر النفسى** وما يؤديه من خلل فى الهرمونات، ونوع العمل الذى يقوم به الفرد حيث أن المخترعات الحديثة أدت إلى إحلال العمل الميكانيكيى محل العمل اليدوى فانخفض نشاط الجسم مما يزيد من تعرض الفرد للإصابة بالمرض. علاوة على متاعب المهنة وظروفها حيث قد يتعرض الفرد إلى غازات مثل ثانى أكسيد الكبريت والأبخرة الضارة.

ولا يُنسى عامل الوراثة؛ فقد لوحظ أن نسبة الوفيات بأمراض القلب بين الرجال فى مقتبل العمر قد زادت فى العائلات التى عُرف أنها تعانى من هذا المرض.

- التغذية فى حالة مرضى القلب Cardiovascular Diseases :

ينصح مرضى القلب وخصوصًا بين أفراد العائلات التى يكثر فيها هذا المرض بوجه خاص من هم أقل من ٥٠ سنة من الرجال ويعانون من ضغط الدم والسمنة، فإنهم يتبعون نظامًا غذائيًا معينًا تحت الإشراف الطبى على أن تحتوى وجباتهم على دهون بما لا يزيد عن ٣٠٪ من الطاقة الكلية للوجبة، على أن يكون ثلث هذه الطاقة من الأحماض الدهنية المشبعة $\frac{١}{٣}$ من الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع و $\frac{١}{٣}$ من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع على أن يكون نسبة W_6 : W_3 تعادل ٤-٦ : ١. وتجنب الزيوت المهدرجة، ملح الطعام، السوائل والمنبهات، والتدخين. وعليه أن يتناول المواد النشوية محل السكرية كلما أمكن، وتجنب زيادة الوزن والإكثار من عدد الوجبات مع العمل على أن تكون الوجبة صغيرة، والإكثار من تناول الخبز الأسمر والسمك والخضروات والفواكه والاهتمام بتناول الأغذية الغنية بالسلينيوم ومضادات التأكسد ومزاولة الرياضة وتجنب الانفعالات النفسية والعصبية وأيضًا تجنب التلوث البيئى.

السرطان Cancer :

يعتبر مرض السرطان من أمراض العصر، وهو ثانى مرض مسبب للوفاة بعد أمراض القلب. وقد أدت التغيرات الاجتماعية والاقتصادية والبيئية والغذائية أيضًا إلى زيادة انتشار هذا المرض فى كل العالم المتقدم والنامى.

والسرطان مجموعة من حالات تتضمن نموًا غير محكم للخلايا فى أنسجة الجسم المختلفة (الدم والنخاع...إلخ) وتبدأ بتكاثر غير طبيعى وسريع فى أحد الخلايا، وتقوم هذه الخلايا السرطانية بمهاجمة الأنسجة السليمة وتحطمها، وسبب الإصابة قد يختلف فى كل جزء عن الجزء الآخر فى الجسم.

بالإضافة إلى العوامل الوراثية والبيئية فهناك أسباب ترجع للتغذية مثل وجود مواد تسبب السرطان carcinogenic فى الأطعمة قد تكون طبيعية أو نتيجة الطهى أو الحفظ...

وتلعب المواد الغذائية دورًا أيضًا فى تنشيط المواد المسببة للسرطان مثل نواتج الأكسدة الزائدة **peroxidation** للدهون، المواد الملونة الصناعية، وكذلك تناول الدهون بكثرة والتدخين ... إلخ.

ابتدأت الدراسات على مرض السرطان وعلاقته بمستوى الدهون فى غذاء الفيران والجرذان منذ منتصف القرن العشرين حيث ظهر أنها تكون أكثر عرضة للإصابة بسرطان الثدى والجلد عند تغذيتها على مستويات مرتفعة من الدهون أكثر من الحيوانات التى تغذت على أطعمة منخفضة فى الدهون، إلا أن هذه الدراسات لم تَلْقَ اهتمامًا حتى ظهر من الدراسات الوبائية أن انتشار السرطان فى مواقع مختلفة من الجسم كان أعلا فى البلدان التى تعتمد فى غذائها على أطعمة مرتفعة فى الدهون (**Carroll** ١٩٧٥). كما أظهرت دراسات **Prentice** و**Sheppard** (١٩٩٠) أن تغير نمط الاستهلاك من الأطعمة منخفضة المحتوى من الدهون إلى الأطعمة مرتفعة المحتوى من الدهون يكون مقترنًا بارتفاع فى معدل الإصابة بمرض السرطان فى مواقع مختلفة من الجسم بين المهاجرين من اليابان إلى الولايات المتحدة الأمريكية. كما ظهر من دراسات **Howe** وآخرون (١٩٩٠) أن هناك علاقة إيجابية بين المتحصل عليه من الدهون المشبعة وبين الإصابة بسرطان الثدى بين النساء اللواتى تجاوزن سن الإنجاب. كما وجد أن هناك علاقة ارتباطية إيجابية بين سرطان القولون وبين تناول ممرضات أمريكيات نحيفات الدهون الحيوانية، والدهون المشبعة، والدهون أحادية الرابطة غير المشبعة، وإن كانت العلاقة غير دالة إحصائيًا. ولكن أشار **Willett** وآخرون (١٩٩٠) أن هذه العلاقة نسبت إلى مساهمة الدهون الكلية فى إجمالى طاقة الغذاء.

وقد أشارت **Carroll** (١٩٩٤) أنه يبدأ تأثير دهون الطعام بشكل رئيسى خلال مرحلة التحفيز لبدء نشوء السرطان.

وفى الدراسات التجريبية على الحيوان، وجد أن المستويات المرتفعة من الدهون تؤدى إلى زيادة عدد الأورام فى مرحلة التحفيز، وكذلك فى حالة ارتفاع حامض اللينوليك **Linoleic** (٤-٨٪) مع ارتفاع نسبة دهون الطعام (٢٠٪) أما ارتفاع الأحماض الدهنية غير المشبعة من عائلة w_3 فقد أدت إلى انخفاض الإصابة،

وأيضًا انخفاض طاقة الغذاء أدت إلى نتائج إيجابية (Ruebuck ١٩٩٢). كما لوحظ وجود علاقة ارتباطية عكسية بين حامض اللينولييك linoleic والإصابة بسرطان الجلد (Fischer وآخرون ١٩٩٢)، وأمكن منع حدوث سرطان الجلد بتقليل كمية طاقة الغذاء (Birt وآخرون ١٩٩٣).

وتوصل العلم الآن إلى معرفة مواد تعوق أو تعطل انتشار السرطان، مثل تناول بتاكاروتين أو فيتامينات A أو E, C والألياف الغذائية، كما سبق ذكره، والسلينيوم.

وينصح بالإكثار من الفواكه والخضروات والحبوب الكاملة والألياف الغذائية ومصادر الفيتامينات السابقة الذكر، وأيضًا السلينيوم، والاعتدال فى تناول الطاقة مع توازن مصادرها والإقلال من الدهون -مع التوازن بين أنواعها حسب درجة التشبع كما سبق- أو الأغذية المحفوظة أو المضاف إليها ألوان صناعية، ممارسة الرياضة وتجنب التوتر والتدخين.

وهناك محاولات كثيرة حول العالم لاستخدام الألوان الطبيعية بدلاً من استخدام الألوان الصناعية، فتمكن El Hendy وآخرون (١٩٩٦) من استخراج صبغات الألوان الخضراء من البقدونس، والحمراء من الكركديه، والصفراء من الجزر، كما أنتجوا ألوانًا أخرى من مزج هذه الألوان معًا، واستخدموها فى إعداد بعض الأغذية مثل الجيلى والكيك وبعض أنواع المخبوزات، وأعطت نتائج جيدة، بل تفوقت فى الخصائص العضوية الحسية organoleptic والفيزيقية physical للمنتجات.

ارتفاع ضغط الدم Hypertension :

يعتبر ارتفاع ضغط الدم من المشاكل الصحية المرتبطة بغيرها من الأمراض الخطرة مثل أمراض القلب والكلى... وينتشر ضغط الدم بين البالغين بنسبة ١٠-٢٠٪ فى العالم، وتبلغ فى مصر حوالى ٢٠٪.

ويعتمد ضغط الدم على قدرة عضلة القلب على الانقباض المستمر وعلى كمية الدم الموجود فى الجهاز الدورى. كما يعتمد أيضًا على قطر الشعيرات الدموية، فإذا حدث لها ضيق فإنه يؤدى إلى زيادة مقاومة الدم المندفع إليها من الشريان، وهذا يعمل على ارتفاع ضغط الدم.

ويمثل الضغط رقمين الرقم الأعلى ويسمى بالضغط الانقباضى systolic وهو يمثل ضغط الدم عند انقباض البطين الأيسر للقلب واندفاع الدم بقوة إلى الشرايين، أما الرقم الأسفل فيمثل الضغط الانبساطى diastolic وهو يمثل ضغط الدم عند انبساط البطين الأيسر. ويعتبر الضغط الانبساطى معتدلاً بين ١٠٥ - ١١٤ مل زئبق، وإذا زاد عن ١١٥ مل زئبق يعتبر عاليًا. وفى بعض الحالات يرتفع الضغط الانقباضى فقط فقد يصل إلى ١٦٠ مل زئبق بينما الضغط الانبساطى يكون ٩٠ مل زئبق.

وارتفاع ضغط الدم قد يكون ليس له سبب واضح و, سمى بارتفاع ضغط الدم الأولى و بذا ينطبق على ٩٠-٩٥٪ من الحالات، وهنا يكون العلاج التغذوى هو الأساسى.

أما ارتفاع ضغط الدم الثانوى فهو حالة تكون مصاحبة لحدوث حالات مرضية أخرى مثل أمراض الكلى أو ضيق الشرايين... إلخ. ودائمًا يصاحب ارتفاع ضغط الدم صداع، وخصوصًا آخر النهار أو ليلاً مع عدم القدرة على التركيز.

وتشير WHO/FAO (١٩٩٧) أن هناك علاقة أكيدة بين ارتفاع ضغط الدم وبين البدانة، وكذلك ملح الطعام.

وبالنسبة للبروتين فقد ظهر فى دراسة على النباتيين الذين يتصف غذاؤهم بارتفاع نسبة الدهون غير المشبعة إلى الدهون المشبعة أنهم يتميزون بانخفاض الدم بمقارنتهم بزملائهم غير النباتيين، ولكن لوحظ ازدياد تدريجى لضغط الدم بتناولهم البيض وتتفق هذه النتيجة مع ما لوحظ من انخفاض ضغط الدم لدى مجموعة يعانون من ارتفاع طفيف فى ضغط الدم نتيجة اتباعهم نظام غذائى نباتى (Margetts وآخرون ١٩٨٦). وأشار Sacks وآخرون(١٩٨٧) أن استبدال الدهون المشبعة بكربوهيدرات أو حامض لينولييك لم يُعطِ دائمًا نتائج مرغوبة.

أما بالنسبة للدهون فإن الدراسات التى أجريت كانت نتائجها متضاربة ولكن التعديل الذى يجرى على دهون الغذاء بهدف تخفيض دهون الدم يؤثر بطريقة غير مباشرة على ضغط الدم إذ يؤدى إلى إبطاء عملية تصلب الشرايين. وتناول مستويات مرتفعة من الأحماض الدهنية غير المشبعة يؤدى إلى انخفاض ضغط الدم

المرتفع، إلا أن هذه النتيجة ليست حاسمة إذا قورنت بنتائج تقييد تناول الصوديوم أو تخفيف الوزن.

التغذية فى حالة ضغط الدم Hypertension :

تجنب تناول ملح الطعام والمشروبات الكحولية والمنبهات وتقليل المتناول من الطاقة والدهون، على أن تحتوى الأغذية على الأحماض الدهنية غير المشبعة من عائلتى W_3 , W_6 ، مع الإكثار من تناول الأغذية الغنية بالفيتامينات، مع تجنب الانفعالات النفسية أو زيادة الوزن، وتجنب التدخين وممارسة الرياضة والإكثار من الأغذية الغنية بالكالسيوم والعمل على تخفيض الوزن. وجدير بالذكر أن نسبة الإصابة تتراوح بين ١٠ - ٢٠٪ فى العالم وفى مصر حوالى ٢٠٪ والكويت ١٦٪ والبحرين ١٧٪.

مرض السكر Diabetes Mellitus :

ينتشر مرض السكر فى دول العالم النامى وزيادة مستمرة، إذ أنه وثيق الصلة بالتحضر والتمدن. وقد أشارت منظمة الصحة العالمية أن عدد المصابين بمرض السكر وصل إلى ٤٠ مليون فرد (زهير السباعى ١٩٩٥).

ومرض السكر حسب WHO (١٩٨٠) هو حالة مزمنة لارتفاع نسبة الجلوكوز فى الدم نتيجة لعوامل بيئية أو وراثية وغالبًا ما تتضافر مع بعضها. وقد يرجع ارتفاع السكر فى الدم إما إلى عدم إفراز الإنسولين وهو الهرمون المنظم لمستوى جلوكوز الدم من خلايا بتا فى البنكرياس، أو إلى زيادة العوامل التى تضاد مفعوله أو عدم حساسية مستقبلات الإنسولين لدخول الخلايا... وهذا يؤدى إلى حدوث خلل فى ميتابوليزم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون... وأعراض مرض السكر الرئيسية تشمل الغيبوبة الكيتونية فى الدم ketoacidosis وغيبوبة السكر diabetic coma وتلف الأوعية الدموية للكلى ولشبكية العين، بالإضافة إلى أضرار فى الجهاز العصبى الطرفى وزيادة احتمالات الإصابة بتصلب الشرايين.

وينقسم مرض السكر حسب ADA (١٩٩٨) إلى أربعة أنواع :

١- النوع الأول : Type I Diabetes وفيه يحدث تدمير لخلايا بتا فى البنكرياس وعادة يؤدى إلى نقص مطلق فى الإنسولين.

٢- النوع الثانى : Type II Diabetes ويتراوح هذا النوع ما بين زيادة فى مقاومة الإنسولين مصحوب بنقص نسبى للإنسولين إلى النقص الشديد فى إفراز الإنسولين مصحوب بمقاومته.

٣- أنواع أخرى من مرض السكر متعلقة بأمراض البنكرياس، إما خلل جينى genetic defects فى خلايا بتا بالبنكرياس، أو فى عمل الإنسولين، أو أمراض خاصة فى إفراز البنكرياس الخارجى exocrine أو الداخلى endocrine أو تأثير أدوية أو عدوى ...

٤- سكر الحمل Gestational Diabetes Mllitus :

ولعلاج مرض السكر فإن الطريق المثالى هو الذى يمنع أو يقلل حدوث الآثار الحادة للمرض وإلى تأخير ظهور بعض التأثيرات المزمنة، بل وتجنب حدوث نسبة كبيرة من المضاعفات (Guyton ١٩٨٢، UKPDS ١٩٩٨، سحر البساطى ٢٠٠٠).

ويشكل النظام الغذائى الركيزة الرئيسية لعلاج مرض السكر لتهيئة الفرصة للعلاج الدوائى لتفعيله ولتجنب الكثير من المخاطر.

ويجب أن ينبى النظام الغذائى لمريض السكر على الاحتياجات الغذائية للمريض ونسب العناصر الغذائية فى الوجبة (ADA ١٩٩٩، Raghavan وMohan ١٩٩٩).

وتتميز محتويات الوجبة على :

- الطاقة : إن الاهتمام بالمحتوى الكلى للطاقة فى وجبة مريض السكر يقع فى المرتبة الأولى، ويجب أن ينبى على أساس الوزن المثالى للمريض والذى يقل بنسبة ٥٪ عنه فى الفرد العادى (ADA ١٩٩٩). لأن هذا يؤدى إلى خفض وزن المريض البدين حيث أنه يعمل على التحكم فى جلوكوز الدم ويزيد حساسية الإنسولين ويحسن من صورة الدم المتعلقة بتركيز الليبوبروتينات والذى يشمل خفض الليبوبروتينات المنخفضة جدًا VLDL والخفيفة LDL وزيادة المرتفعة HDL. علاوة على أن خفض الوزن يؤدى إلى زيادة الاستفادة من البروتين وتحسين وظائف الجسم،

وخصوصًا الرئتين، وخفض ضغط الدم المرتفع ويقلل من مخاطر العمليات الجراحية (Kissehah و Scheman ١٩٩٨).

ويفضل أن تحتوى الوجبة على البروتين بنسبة ١٢-٢٠٪ على ألا يزيد عن ذلك حتى لا يحدث أى ضرر للكلى (Brunner ١٩٨٢) ويوصى Raghavah و Mohan (١٩٩٩) أن تكون بمعدل البروتين للبالغين ٠,٨٪ كجم وزن الجسم على أن يكون بين ٠,٤-٠,٨ كجم / وزن الفرد بالنسبة مريض الكلى (Wylie ١٩٩٨)، وأن تشكل الكربوهيدرات ٦٠٪ من الطاقة Morrison و Harlo (١٩٩٦) لأنها تزيد من ميتابوليم الجلوكوز داخل الخلية، ويزيد معدل تكوين الجليكوجين وتحليله فى الكبد والعضلات، ويفضل أن يستمد $\frac{1}{3}$ الكربوهيدرات من الخبز الأسمر و $\frac{1}{3}$ من الخضروات و $\frac{1}{3}$ من الفاكهة. ويراعى التقليل من الدهون وخصوصًا المشبعة على ألا تزيد عن ٣٠٪ مع الاهتمام بتناول الألياف من ٢٠ - ٢٥ جم، ولا تتعدى ٥٠جم/ اليوم لأنها علاوة على أنها مسئولة عن زيادة حجم الوجبة، فإنها تنظم هضم وامتصاص الكربوهيدرات مما يؤدى إلى ارتفاع تدريجى فى السكر وليس مفاجئًا. وقد وجدت عواطف شاهين (١٩٨٥) وإيزيس نوار وآخرون (١٩٩٦) أن إضافة الردة بنسبة ٢٠٪ إلى الخبز والكيك والمخبوزات الأخرى أدى إلى خفض تدريجى لجلوكوز الدم. هذه الوجبة المرتفعة فى الألياف والكربوهيدرات والمحدودة فى الدهون تقلل من الاحتياج للإنسولين وتزيد من حساسيته فى جدر الخلايا والأنسجة وتخفيض كولسترول الدم.

وينصح بتعدد عدد الوجبات اليومية من ٥-٦ وجبات مع مزاولة الرياضة وتجنب زيادة الوزن والتدخين والتوتر والانفعال النفسى.

قرحة المعدة gastric ulcer :

قرحة الاثنى عشر doudenal ulcer :

تعتبر القرحة من أمراض العصر والمدنية الواسعة الانتشار ويصاب بها الفرد الفرد نتيجة تآكل أو ثقب فى الغشاء المخاطى المبطن للمعدة والأمعاء وإن كان هناك اعتقاد بأنها نتيجة التآكل أو الهضم الذاتى للغشاء المخاطى بفعل حامض

الهيدروكلوريك و/ أو إنزيم الببسين ولكن لايزال المرض غير معروف الأسباب. وهناك بعض عوامل تساعد على حدوثها مثل التدخين، كثرة شرب الشاى والقهوة، تناول المواد الحارة والقابضة، عدم مضغ الطعام جيدًا، عدم الانتظام فى تناول الطعام، كثرة تناول الإسبرين، أدوية الروماتيزم، التوتر النفسى، الإجهاد العقلى، بعض أنواع الجراثيم **Helicobacter-pylori**.

ومع الراحة التامة والعلاج بالأدوية لتخفيف الأعراض، ويقوم على ثلاثة أسس:

أ - معادلة حامض الهيدروكلوريك الذى تفرزه المعدة باستمرار، وهذا يتأتى بالتغذية على فترات قصيرة.

ب- تقليل إفراز الحامض وحركة المعدة، وهذا يتأتى عن طريق تناول كميات معتدلة من اللبن ومنتجاته والبيض والقشدة والزبدة والزيت، مع تجنب التوابل وخصوصًا الحارة، والمشروبات الكحولية والغازية والمنبهة. وتجنب الأطعمة المولدة للغازات مثل البصل، الكرنب، البقول، الخيار لأنها تسبب الانتفاخ الذى يزيد من الشعور بالألم.

جـ- تجنب التأثيرات الكيميائية والميكانيكية، وهذا يتأتى عن طريق تناول المواد سهلة الذوبان فى الماء أو المستحلبة مع تقليل الفواكه والخضر الطازجة وتجنب التدخين، وعلى أى حال يجب أن تكون الوجبات الغذائية محتوية على جميع العناصر الغذائية اللازمة. ويلاحظ أن نواتج هضم الدهون فى الاثنى عشر يحفز من إفراز هرمون الانتروجاسترين الذى يقلل من إفراز العصارة المعدية، ولكن ينصح بتجنب الأطعمة المقلية.

- النقرس Gout :

ينتج النقرس نتيجة لتغير ميتابوليزم قواعد **purines** فى الدم ويترسب ملح هذا الحامض مع الصوديوم، ويسبب آلامًا فى المفاصل وأطراف العضلات مع ألم. ويتكون حامض اليوريك إما عن طريق الغذاء أو نتيجة تحلل **purines** داخليًا، وقد يرجع ذلك لأسباب وراثية أو السمنة أو كثرة تناول الدهون واللحوم والمخ والكبد والفول والعدس، وقد يصاب به الأشخاص الذين يعانون من ارتفاع ضغط الدم

ومرض السكر وأمراض القلب واضطراب الغدة الدرقية لأنه قد يزيد من إفراز حامض اليوريك أو يعطل من إخراجه عن طريق الكلى. كما يزيد فى الرجال عن النساء، وتصاب به المرأة بعد انقطاع الدورة الشهرية.

وعادة تظهر الأعراض إذا ارتفع مستوى حامض اليوريك عن ٦ملجم/ ١٠٠مل دم عند الرجال، و٥ ملجم/ ١٠٠ مل دم عند النساء.

وينصح بتناول الخضروات والفاكهة لأنها تساعد على تقليل تكوين حامض اليوريك، وشرب كميات كبيرة من السوائل لأنها تساعد على تخفيف البول، ومنع تكوين حصوة فى الكلى نتيجة ترسيب حامض اليوريك.

تناول المواد النشوية وتقليل تناول الدهون، تجنب تناول الأغذية الغنية بالبيورين مثل المخ والكبد والكلى والسردين المعلب والعدس والفول الجاف وخلاصة اللحم. العمل على تقليل الوزن وتجنب التدخين والضغوط النفسية والإجهاد والمشروبات الكحولية.

- تليف الكبد Liver Cirrhosis :

يحدث تليف الكبد نتيجة تكوين نسيج ليفى به ندب، ويؤدى ذلك إلى فشل الكبد عن القيام بوظائفه الحيوية. ويتم تليف الكبد تدريجيًا، ويشعر الفرد بفقد الشهية وانخفاض شديد فى الوزن وبورم الساقين.

ويحدث المرض لأسباب عديدة منها سوء التغذية، وخصوصًا فى البروتين، وتراكم الدهون بالجسم، وكثرة تعاطى المشروبات أو الإصابة بفيروس الكبد C, B أو الإصابة بالبلهارسيا حيث تصل البويضة للكبد وتستقر فى الأوعية الدموية للكبد، وكذلك وجود سموم فى الطعام من بينها، بل أهمها، الأفلاتوكسين aflatoxin، كما يحدث تليف الكبد عند انسداد أوردة الدم نتيجة الإصابة بأمراض القلب، أو إصابة الجهاز المناعى (Knapp ١٩٩٠).

وينصح بتناول أغذية غنية فى النشا والبروتين بمعدل ١,٢ جم / كجم وتصل الطاقة المتناولة يوميًا إلى ٢٠٠٠ كالورى، والاعتدال فى تناول الدهون، ولابد من تناول الفيتامينات خصوصًا A ومجموعة B. وتجنب الأغذية المالحة، وتجنب التدخين وزيادة الوزن.

الحساسية Allergy :

تنتج الحساسية نتيجة لامتصاص كميات ضئيلة من البروتين غير المهضوم وتفاعله مع الأنسجة الحساسة لهذا الجسم، ويحدث الامتصاص عن طريق الجهاز الهضمى أو عن طريق الأغشية المخاطية للجهاز التنفسى، وقد يحدث الامتصاص عن طريق الجلد، وتكثر الحساسية بين الرضع والأطفال. وقد ظهر أن البيض واللبن من أكثر الأغذية المسببة للحساسية، وقد يرجع ذلك إلى أنهما من الأغذية الى تعطى مبكرًا للطفل، وقد تختفى هذه الحساسية بعد حوالى ٥ سنوات، وقد يصاب الفرد بالحساسية نتيجة استنشاق الهواء المحمل بحبوب اللقاح والأتربة، وهناك أنواع متعددة للحساسية:

هناك الحساسية الجلدية وبعضها وراثى وبعضها غير وراثى :

فالحساسية الوراثية قد تصيب الأغشية المخاطية للقناة الهضمية وترجع أسبابها إلى أكل غذاء معين، وقد تصيب الأغشية المخاطية للجهاز التنفسى بسبب الهواء المحمل بذرات من الغذاء، والروائح الغذائية الطيارة. وقد تصيب الجلد بسبب تناول أنواع معينة من الأغذية، وقد يصاب الفرد بالحساسية نتيجة تناول مستحضرات علاجية قد تسبب حالة الحساسية.

أما الحساسية غير الوراثية فقد ترجع إلى الحقن بحقن تحوى مستخلصات الأعضاء مثل الكبد أو فاكسينات الفيروس، وتتميز هذه الأنواع من الحساسية بأنها حالات تشبه الصدمة.

وهناك حساسية غير وراثية وغير جلدية ومسبباتها غير معروفة، وأكثرها شيوعًا ما يؤثر على الأغشية المخاطية للجهاز الهضمى، وترجع إلى تعاطى الأطعمة المحتوية على العامل المسبب للحساسية، وهناك أطعمة تسبب الحساسية فى الإنسان البالغ، وأشهرها الذرة والقمح، وهناك أيضًا أطعمة مثل اللحوم الحيوانية والبحرية والفواكه والخضروات والمكسرات والشيكولاتة والكاكاو وعسل النحل وغيرها.

وعلاج هذه الأنواع من أمراض الحساسية هو الامتناع عن الأطعمة المسببة للحساسية أو عن العوامل التى تؤدى إلى الإصابة بهذه الأمراض.

هشاشة العظام Osteoporosis :

يحدث نتيجة نقص فى كتلة العظام وعدم تعويض الكالسيوم المفقود فى الدم، وتكون هشة عرضة للكسر. ويحدث هذا المرض إما نتيجة نقص تناول الكالسيوم، وزيادة تناول الأغذية المرتفعة بالبروتين والملح لأنها تعمل على فقد الكالسيوم مما يؤدى إلى انخفاض كثافة العظام، انخفاض الحركة لأن النشاط والحركة تعمل على تقوية العظام، وأيضًا زيادة التدخين، ونقص إفراز هرمون estrogene فى المرأة، وتناول المشروبات الكحولية.

وينصح بتناول الأغذية الغنية بالكالسيوم وفيتامين C, D وتناول كميات معتدلة من الفوسفور والبروتين، والإقلال من تناول ملح الطعام حتى لا يزيد خروج الكالسيوم مع إفرازات الكلى ومزاولة الرياضة وتوازن الوجبة الغذائية.

تسوس الأسنان Dental caries :

يقصد بتسوس الأسنان هو ظهور أعراض مرضية فى الأسنان يصحبها تغير فى نسيج السن تؤدى إلى حدوث تجويف، ويعمل على حدوث التهابات فى اللثة والفم واللوزتين والمفاصل والكلى...

وينتشر تسوس الأسنان وخصوصًا بين الأطفال، ويتراوح ما بين ٠,٣ - ٥٪ بين أطفال الدول العربية ويكثر فى الحضر عن الريف.

ومن أسباب تسوس الأسنان هو مهاجمة الميكروبات للسنة لأسباب لازالت غير معروفة، وقد تكون نتيجة تحويل السكر إلى مواد حامضية تسبب إذابة طبقة المينا وتلف طبقة العاج، وبوصول الجراثيم إلى لب السن تحدث التهابًا مؤلمًا. ويعتبر الغذاء الغنى فى السكر، وخصوصًا السكر الذى يضاف للغذاء من أسباب التسوس... ويزيد التسوس بزيادة كمية السكر المتناولة مثل الحلويات مع قلة تناول الخضروات والفواكه، وكذلك تركيب السن من حيث انخفاض صلابتها، خشونة العاج، التهاب اللثة، ووجود شقوق وحفر فى السن، بالإضافة إلى نوع اللعاب من حيث لزوجته وضعف قلويته، كلها من العوامل التى تساعد على تسوس الأسنان.

ولهذا ينصح بالاهتمام بتناول الأغذية الغنية فى الكالسيوم والفوسفور وفيتامين D والأغذية الغنية أيضًا بفيتامين C, B, A والفلورين وأيضًا الأغذية البروتينية لضمان سلامة تكوين الأسنان، مع الاهتمام بتناول الخضروات والفواكه، وتنظيف الأسنان بعد كل وجبة، ويفضل استعمال معجون الأسنان المحتوى على فلورين.

مرض فقدان الذاكرة Alzheimer's Diseases :

سمى هذا المرض باسم الطبيب الألمانى Alois Alzheimer الذى كان أول من شخص هذا المرض على أحد مرضاه عام ١٩٠٦. ومن خصائص هذا المرض انخفاض القدرة العقلية وكثرة النسيان وعدم التمكن من عمل بعض العمليات الحسابية، وأحيانًا فقدان القدرة المكانية وقدرة تحديد الزمن. وتنتشر هذه الحالة بين النساء أكثر من الرجال وعادة تظهر بين الأفراد الذين تخطوا السبعين عامًا وقد تظهر قبل ذلك.

وتشير Ensminger وآخرون (١٩٩٥) أن ظهرت بعض حالات اضطراب فى الكيميا العصبية وأن هناك نقص فى الناقل العصبى استيل كولين والمعروف بدوره فى التعلم والتذكر. وقد ينتج هذا المرض نتيجة التهاب فى المخ، فقد ظهر من الدراسات التشريحية تكون مادة interleukin IB سابقة الذكر مركزة فى مناطق المخ التالفة (Simopoulos وRobinson ١٩٩٩).

وقد يكون للتلوث البيئى دور فى ذلك فقد أشار Zatta وAlfrey (١٩٩٧) أن التلوث بالألومنيوم يؤثر فى شكل الخلايا العصبية ونشاط الإنزيمات وتكوين الناقلات العصبية. كما وجدت وفاء فرس (٢٠٠٢) أن تغذية الفيران على غذاء مرتفع فى الألومنيوم أدت إلى صغر مخ الفيران وظهور تراكمات وتجمعات فى الوصلات العصبية وانخفاض عدد الناقلات العصبية وتدهور فى ميتوكوندريا المخ.

ويوصى بتناول الفيتامينات وخصوصًا الكولين الذى يتكون منه الناقل العصبى استيل كولين وكذلك النياسين الذى ينشط الدورة الدموية فى المخ ومعادن الآثار. وكذلك الاهتمام بأن يتناول الأحماض الدهنية من عائلة w_3 فقد وجد Kalmijn وآخرون (١٩٩٧) فى دراسة على ٩٠٠ رجل مسن فى هولندا أن كثرة تناول السمك كان وقاية لهم من الإصابة بمرض فقدان الذاكرة على أن تكون متوازنة مع الأحماض الدهنية من عائلة w_6 (Simopoulos وRobinson ، ١٩٩٩). كما وجدت وفاء فرس (٢٠٠٢) أنه أمكن تقليل التدهور الناتج فى مخ الفيران من الألومنيوم بتغذيتها على مزيج من w_6, w_3 وفيتامين C وماغنسيوم مع الانشغال فى النشاط والعمل المناسب.

الباب الثانى عشر

الغذاء الصحى

Healthy Food

الغذاء الصحى

Health y Food

مقدمة :

كما هو معروف أن التغذية عامل مهم لصحة الإنسان وكما يقول Brundland(*) (١٩٩٩) :

Nutrition is a key universal factor that affects and defines the health of all people.

فهناك صلة وثيقة بين التغذية والصحة من منظور حقوق الإنسان -فالتغذية تحدد صحة الإنسان- فإن إتمام عمليات الميتابوليزم طبيعيًا يتطلب تناول الغذاء الصحى السليم المحتوى على العناصر الغذائية المناسبة من ناحية الكم والنوع ليتمكن جسم الإنسان من النمو والتطور والعمل والنشاط ومقاومة الأمراض المعدية وغيرها من الأمراض الأخرى والتمتع بصحة جيدة وسلامة الحالة الاجتماعية والعاطفية والمعرفية.

هذا يتطلب التخطيط السليم للوجبات المحتوية على كل العناصر الغذائية اللازمة، وفى صورة متوازنة.

تخطيط الوجبات Meal Planning :

الوجبة الغذائية :

تتميز الوجبة الغذائية بخصائص معينة من حيث مكوناتها وطرق إعدادها ومكان تناولها طبقًا للعادات الغذائية ولنوع الأطعمة وأسلوب العمل اليومى، وكذا المستوى الاقتصادى والاجتماعى. فمثلاً وجبة الإفطار تختلف فى مكوناتها تبعًا لمكان تناولها، فهى فى المنزل تختلف عما يتناوله الطالب فى المدرسة أو الموظف فى مكان عمله.

وبينما وجبة الغذاء تمثل الوجبة الرئيسية فى المدينة، نجد أن وجبة العشاء هى الوجبة الرئيسية فى القرية.

وتعرف الوجبة الصحية بأنها تلك الوجبة التى تمد الفرد بالعناصر الغذائية الأساسية وبكميات تكفى لسد $\frac{١}{٣}$ حاجة الجسم باعتبار أن الإنسان يتناول ٣ وجبات فى اليوم.

(*) Brundland, G. ,(1999). Nutrition Health And Human Rights. UN Forum on Nutrition, SCN, New (19 - 21).

ولسهولة اختيار الأغذية، عملت قوائم تقسيم الأغذية إلى مجاميع بحيث تشمل كل مجموعة الأغذية المتشابهة إلى حد ما فيما تحتويه من عناصر غذائية، وهذه يمكن الاسترشاد بها عند تخطيط الوجبات.

هناك التقسيم الثلاثى الذى يقسم الأغذية إلى ثلاثة مجموعات وأيضًا التقسيم الرباعى Basic Four Food Groups وآخر يشمل سبع مجموعات غذائية Basic Seven Food Groups ويوجد تقسيم يشمل أحد عشر مجموعة غذائية، أما التقسيم الهرمى فيشمل ستة مجموعات غذائية.

أسس تخطيط الوجبات الغذائية :

يجب الإلمام بشروط تكوين الوجبات الغذائية، وتتلخص فى الآتى :

١-تقدير احتياجات الجسم من العناصر الغذائية (ملحق ١) طبقًا للسن والجنس ونوع المجهود والحالة الصحية، وكذا الظروف الجوية.

٢-تقدير احتياجات الطاقة اليومية طبقًا للتوصيات الغذائية.

٣-تقدير احتياجات البروتين اليومية طبقًا للتوصيات الغذائية.

٤-تطرح الطاقة المقابلة لكمية البروتين من الطاقة الكلية والناتج من السعرات يوزع بين الكربوهيدرات والدهون على أن تكون الطاقة المستمدة من الدهون فى حدود ٢٠-٣٠٪ من الطاقة الكلية والباقى للكربوهيدرات.

٥- المجاميع الغذائية والتنويع الغذائى.

٦-الأغذية الموجودة والمتوفرة طبقًا للموسم، مع الأخذ فى الاعتبار أسعار الأغذية.

٧-الحالة الاقتصادية (داخل الأسرة) والحالة الاجتماعية (العادات والتقاليد).

بالإضافة إلى ما سبق، هناك بعض النقاط تعتبر هامة عند تخطيط الوجبات، منها:

١-النظافة والخلو من الشوائب والميكروبات المرضية والسموم.

٢-أن تكون رائحة الوجبة جيدة.

٣-أن يكون مظهر الغذاء جيدًا ولونه زاهيًا، ويفضل تحضيره قبل الاستهلاك مباشرة وتقديمه فى صورة جيدة مبهجة.

٤-القابلية للهضم، مع احتوائه على كمية مناسبة من الماء والألياف لمنع الإمساك.

٥-التنوع حتى يفى باحتياجات الجسم من المكونات الضرورية، وحتى لا يمل الفرد فالتشويق والتغيير فى تقديم الوجبة من الأشياء التى تزيد من التقبل على الطعام.

تقسيم الأغذية :

التقسيم الثلاثى :

فيما يلى التقسيم الذى يضم المجموعات الغذائية إلى ثلاثة فقط (جدول ١٢-١):

١- مجموعة أغذية الطاقة :

- وتشمل المواد الكربوهيدراتية (نشوية - سكرية) مثل الخبز - الأرز - المكرونة - القمح - الذرة.
- المخبوزات والسكرات، وتشمل السكر - العسل - المربى.
- الدرنات، وتشمل بطاطس - بطاطا - قلقاس.
- المواد الدهنية (دهون - زيوت).

٢- مجموعة أغذية البناء :

- وتشمل المواد البروتينية (حيوانية، نباتية) لحوم حمراء وبيضاء، أسماك - ألبان ومنتجاتها - بقول - مكسرات - بيض.

٣- مجموعة أغذية الوقاية :

- وتشمل الخضر والفاكهة (فيتامينات - أملاح - ألياف).

أمثلة تكوين الوجبات طبقًا لتقسيم مجموعات الأغذية. جدول (١٢ - ١).

جدول (١٢-١) أمثلة للأغذية طبقًا لمجموعات الأغذية

المجموعات الغذائية اللازمة	كميات الغذاء	التركيب الكيميائى ٪			الطاقة كالورى
		بروتين	دهن	كربوهيدرات	
مجموعة الوقاية :					
١- خضر ورقية	١٠٠ جرام	١	-	٣	١٦
٢- موالح	١٠٠ جرام	١	-	١٠	٤٤
٣- خضر وفاكهة أخرى	١٠٠ جرام	٢	-	٦	٣٢
مجموعة البناء :					
٤- ألبان ومنتجاتها	٢٥٠ جرام	٨	١٠	١٠	١٦٢
٥- لحوم أسماك	١٠٠ جرام	٢٢	١٤	-	٣١٤
بيض - بقوليات ومنتجاتها					
مجموعة الطاقة :					
٦- حبوب ومنتجاتها	١٠٠ جرام	٨	١	٥٠	٢٤١
٧- دهون وزيوت	١٠ جرام	-	١٠	-	٩٠
المجموع	٧٦٠	٣٢	٣٥	٣٩	٧٩٩

التقسيم الرباعى :

وفيه قسمت الأغذية إلى مجاميع groups بحيث تشمل كل مجموعة الأغذية المتشابهة إلى حد ما فى محتواها من العناصر الغذائية، وهى : مجموعة اللبن ومنتجاته، مجموعة الأغذية البروتينية، مجموعة الخضروات والفواكه، ومجموعة الخبز والحبوب ومنتجاتها (جدول ١٢-٢).

جدول (١٢-٢) المجاميع الغذائية الأربعة

المجاميع الغذائية	الكمية الموصى بها	ملاحظات
مجموعة اللبن ومنتجاته	أطفال أقل من ٩ سنوات ٢-٣ كوب أطفال من ٩-١٢ سنة ٣-٤ كوب أطفال فى سن البلوغ ٤ كوب كبار السن ٢ كوب الحوامل ٣ كوب المرضعات ٤ كوب	الكوب يعادل ١/٤ لتر ويمكن استبدال اللبن بحوالى ٣٠ جم جبن أو كوب زبادى أو لبن رايب
مجموعة اللحوم والسمك والبيض والبقول	قطعة لحم بحجم الكف أو بيضة واحدة أو حجم ثلثى كوب من البقوليات المطبوخة (١/٢ طبق) أو سمكة متوسطة الحجم	تقدم يوميًا
مجموعة الخضروات والفواكه	* خضروات وفواكه خضراء أو صفراء (وحدة واحدة) * موالح أو كرنب (وحدة واحدة) * بطاطس وخضروات وفواكه (وحدتين)	تقدم بمعدل ٤ وحدات يوميًا بما يعادل ١/٢ طبق خضار + ثمرة موالح + ثمرة فاكهة + درنة بطاطس. وتقدم الخضروات الورقية ٣-٤ مرات فى الأسبوع
مجموعة الخبز والحبوب ومنتجاتها	* أربعة شرائح من الخبز أو المخبوزات المصنعة * وحدة من الحبوب المطهية * أرز، مكرونة، قمح	* الشريحة = ١/٢ رغيف * الوحدة = ١/٢ - ٢/٣ طبق من الحبوب المطهية

ويلاحظ فى التقسيم الرباعى للأغذية أنه لم تذكر الدهون أو الزيوت كمجموعة غذائية، حيث أنه اعتمد على تناولها عادة ضمن أغذية الإنسان، فبعض الأغذية تحتوى على الدهون كاللحوم والألبان والبيض، كما أن الدهون والزيوت

تضاف أثناء إعداد وطهى بعض الأطعمة بهدف جعلها أكثر استساغة. وعمومًا فالدهون والزيوت تعتبر مصدرًا هامًا للطاقة، علاوة على الأحماض الدهنية الأساسية والفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون.

التقسيم السباعى :

أما المجاميع الغذائية السبعة، فهى أكثر تفصيلاً، حيث تقسم مجموعة الخضروات والفواكه إلى ثلاثة مجاميع تختص واحدة منها بالخضروات الخضراء والصفراء كمصدر لفيتامين (A)، ومجموعة ثانية خاصة بالموالح والطماطم كمصدر لفيتامين (C)،ومجموعة ثالثة تضم باقى الخضروات والفواكه والبطاطس،هذا بالإضافة إلى مجموعات اللبن والبروتين والخبز والحبوب سابقة الذكر، وهناك مجموعة سابعة خاصة بالدهون. (جدول ١٢-٣).

التقسيم إلى ١١ مجموعة غذائية :

أما التقسيم الذى يشمل أحد عشر مجموعة غذائية، فتضم :

مجموعة اللبن ومنتجاتها - مجموعة السمك واللحم والدواجن - مجموعة البيض - مجموعة البقول والمكسرات - مجموعة الخبز والدقيق ومنتجاتها - مجموعة الموالح والطماطم - مجموعة الخضروات الخضراء والصفراء - مجموعة البطاطس - مجموعة الفواكه والخضروات الأخرى - مجموعة الزيوت والدهون - مجموعة السكريات والحلوى.

أى أن فى هذا التقسيم، قسمت مجموعة البروتينات إلى ثلاثة أقسام :

قسم يشمل البروتينات الحيوانية من لحوم ودواجن وأسماك وآخر يشمل البقول والمكسرات، أما البيض فخصصت له مجموعة خاصة نظرًا لتميزه بوجود نسبة من بعض العناصر، وكذا مجموعة الخضروات فقد خصصت لها أربع مجاميع، كما خصص للسكريات مجموعة، وللدهون مجموعة. ويلاحظ أن استعمال هذه القائمة الأخيرة لاختيار الأطعمة يؤدى إلى ضمان أكثر لوجود كل العناصر الغذائية فى الوجبات، ولكن كثرة عدد المجاميع يجعل من الصعب تذكرها.

جدول (١٢-٣) المجاميع الغذائية السبعة

المجموعة	ما يلزم الفرد يوميًا	العناصر الغذائية الموجودة فيها
خضروات خضراء وصفراء	واحد أو أكثر من إحداها	(مولد) فيتامين (A)، حامض الاسكوربيك والحديد
الموالح والطماطم	واحد	حامض الاسكوربيك
البطاطس وباقى الخضر والفواكه	اثنان أو أكثر	فيتامينات ومعادن [illegible] وسليلوز
اللبن ومنتجاته	الأطفال : ٢ - ٣ كوب الكبار : ١ - ٢ كوب	كالسيوم - ريبوفلافين - بروتين - فوسفور
اللحوم والدواجن	- نصيب من اللحم أو الدواجن يوميًا	بروتين- فوسفور - حديد
السمك والبيض والبقول	- ٤ بيضات أسبوعيا، كما يمكن استعمال البقول محل البروتينات الحيوانية	فيتامينات ب
خبز - دقيق حبوب ومنتجاتها	٣ شرائح	ثيامين - نياسين ريبوفلافين - حديد كربوهيدرات - سليلوز
زبدة وقشده	٢ - ٣ ملعقة	فيتامين (A) - ودهون

وعادة يضيف الفرد سكريات وحلوى لاستكمال ما يلزمه من الطاقة.

المرشد الغذائي الهرمي :

تبدأ بقاعدة الهرم على النحو التالى، وفيه تنقسم المجاميع الغذائية إلى ستة مجاميع (شكل ١٢-١).



شكل (١٢-١) المرشد الغذائى اليومى - الهرم الغذائى

١- مجموعة الخبز ومنتجاتها : ويتناول الفرد فيها من ٦ - ١١ وحدة، وفقًا لا حتياجاته. وتضم المخبوزات المصنعة والمكرونة والأرز والخبز ومنتجاته، والمربى والعسل، ويتخلل هذه المجموعة سكريات إما مضافة أو موجودة طبيعيًا فى الأغذية.

٢- مجموعة الفواكه : وتشمل جميع أنواع الفواكه. ويتناول الفرد منها ٢- ٤ وحدات يومية وفقًا لاحتياجاته.

٣- مجموعة الخضروات : ويتناول الفرد منها ٣ - ٥ وحدات.

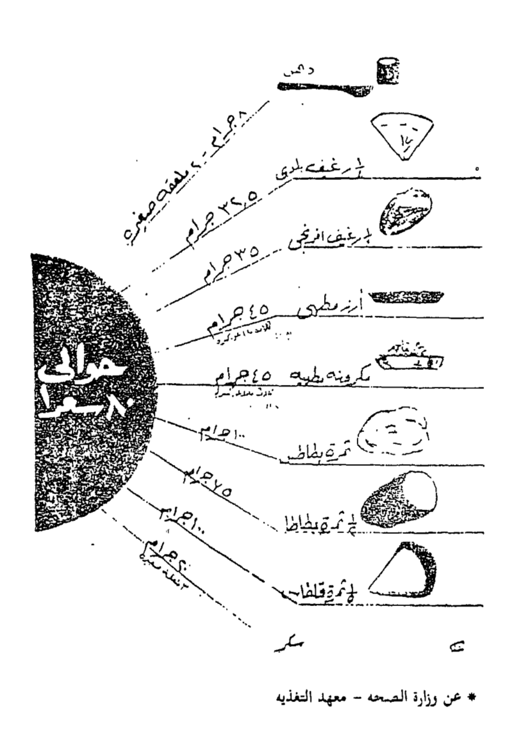
٤- مجموعة اللحوم وبديلاتها : وتشمل اللحوم الحمراء المختلفة والدواجن والأسماك والبقول الجافة والبيض والمكسرات. ويتناول الفرد منها ٢- ٣ وحدات وفقًا لاحتياجاته اليومية.

٥- مجموعة اللبن ومنتجاته : وتشمل اللبن والزبادى والجبن والآيس كريم، ويتناول الفرد منها ٢- ٣ وحدات يوميًا.

٦- مجموعة الدهون والسكريات : وتشمل الزبد والزيوت والسكرات والدهون، قد تكون طبيعية موجودة بالغذاء (كما هو موضح بالرسم) أو مضافة إلى الأغذية. أما السكريات هنا فتكون مضافة، ويتناول الفرد منها القدر الضئيل بقدر المستطاع من هذه المجموعة.

بديلات الطاقة :

ويوضح شكل (١٢-٢) بديلات الطاقة التى تعطى حوالى ٨٠ سعرًا، يمكن الاسترشاد بها جميعًا فى تكوين الوجبات. ويوضح جدولا (١٢-٤) و(١٢-٥) بعض بديلات الطاقة والبروتين المتكافئة.



* عن وزارة الصحه - معهد التغذيه

شكل (١٢-٢) بديلات الطاقة

جدول (١٢-٤) بدیلات الطاقة المتكافئة

كل كمية تعطى ٢٥٠ سعرًا

الصنف	الكمية بالجرام	الوحدة
خبز بلدی أسمر	١٥٠	رغيف وربع
دقيق قمح	١٠٠	نصف كوب كبير
أرز جاف	١٠٠	نصف كوب كبير
مكرونة جافة	١٠٠	كوب
بطاطس	٤٠٠	٥ ثمرات متوسطة الحجم
سكر	١٠٠	٦ ملاعق كبيرة
عسل أسود	١٢٥	طبق صغير
بطاطا جافة	٣٠٠	٢ ثمرة
زيوت نباتية	٤٠	٢ ملعقة كبيرة

جدول (١٢-٥) بديلات البروتين المتكافئة

كل كمية تعطى حوالى ١٨ جرام بروتين

الصنف	الكمية بالجرام	الوحدة
لحم مشفى	١٠٠	حجم بيضتين
فراخ مشفية	١٠٠	ربع فرخة
سمك مشفى	١٠٠	سمكة متوسطة
جبن أبيض كامل الدسم	١٢٠	حجم ٣ بيضات
جبن رومی	٧٠	حج بيضة ونصف
جبن قريش	١٠٠	حجم بيضتين
لبن حليب	٤٥٠	كوبان ونصف كبيران
فول جاف	٧٥	طبق كبير
بيض بلدى	١٤٠	عدد ٤
لبن جاف	٧٥	سبعة مكاييل ونصف
بقول جافة	٧٥	طبق كبير
خبز بلدى	١٨٠	رغيف ونصف

أمثلة للأغذية وبديلاتها(*) :

يقصد ببدائل الأغذية كمية الأغذية المختلفة التى تعطى نفس القيمة السعرية.

أولاً : معادلات الأغذية التى تحتوى على بروتينات حيوانية أو نباتية وكل وحدة تحتوى على حوالى ٢٢٠ كالورى :

أ – أغذية قليلة الدهن :

١- ٢٥٠ جم سمك بلطى أو دنيس مسلوق أو مشوى

٢- ٣٠٠ جم سمك موسى أو مرجان ٢٠٠ جم سمك مياس مسلوق أو مشوى

٣- ٢٢٠ جم جبن قريش

٤- ٢/٣ كوب عدس أصفر مطبوخ بدون دسم

٥- كوب عدس بجبة مطبوخ بدون دسم

٦- كوب فول نابت أى عشرة ملاعق كبيرة

ب- متوسطة الدهن :

١- ١/٤ فرخة مسلوقة أو مشوية

٢- ١٤٠ جم لحم بتلو مسلوق أو مشوى

٣- ١٠٠ جم علبة تونة

٤- ١٠٠ جم سردين علب مصفى الزيت

٥- ١٥٠ جم سمك بورى مسلوق أو مشوى

جـ- كثيرة الدهن :

١- ٧٥ جم لحم ضانى مسلوق أو مشوى (غير الضلوع)

٢- ٧٥ جم لحم بقرى معلب

٣- ٦٠ جم سجق مسلوق

٤- ٦٠ جم جبنة شيدر

٥- ١٢٠ جم جبنة دمياطى

- كوب فول مدمس مطبوخ - ٢ ملعقة زيت صغيرة

(*) كلية الطب - جامعة الإسكندرية.

٧- ٩ طعمية متوسطة

٨- ٤ بيضة متوسطة مسلوقة

ثانيًا : معادلات الأغذية المحتوية على بروتينات حيوانية أو نباتية وكل وحدة تحتوى على ١٠٠ كالورى :

١- كوب لبن بدون دسم

٢- ٢/٣ كوب لبن بقرى

٣- ١/٣ كوب لبن جاموسى

٤- ١٠٠ جم جبنة قريش

٥- ٥٠ جم جبنة بيضاء

٦- ٢٥ جم جبنة شيدر

٧- ١/٣ كوب عدس أصفر مطبوخ بدون دسم

٨- ١/٢ كوب فول مدمس (٥ ملاعق كبيرة + ملعقة زيت صغيرة)

٩- ١/٢ كوب عدس بجبة مطبوخ

١٠- ٢ بيضة متوسطة

ثالثًا : معادلات الأغذية الدهنية وتعادل كل واحدة منها ١٠٠ كالورى

١- ملعقة زيت كبيرة

٢- ملعقة مسلى كبيرة

٣- ١٢ جم زبدة

٤- ٣٠جم قشطة

٥- ٨ زيتونة أسود متوسطة الحجم

٦- ١١ زيتونة أخضر متوسطة الحجم

رابعًا : معادلات الفواكه وكل وحدة تحتوى على ٥٠ كالورى

١- برتقالة صغيرة أو كوب عصير

٢- تينة متوسطة الحجم

٣- جوافة واحدة متوسطة الحجم

٤- كمثرة واحدة صغيرة الحجم

٥- نصف موزة

٦- نصف كوب فراولة

٧- نصف بطاطا متوسطة

٨- اثنتين بلح طازج أو أمهات

٩- عدد ٤ مشمش متوسطة

١٠- ١٢ حبة عنب أو ١/٤ فنجان عصير

١١- نصف برتقال بسرة

١٢- نصف مانجو

١٣- نصف جريب فروت

١٤- ١٥٠ جم بطيخ

١٥- ٢٠٠ جم شمام

خامسًا : معادلات أغذية كربوهيدراتية وكل وحدة ٧٥ كالورى:

١- ١/٤ رغيف بلدى

٥- ٥ ملاعق صغيرة سكر ناعم أو ٥ قطع سكر ماكينة صغيرة

٢- ١/٨ رغيف فينو
٣- ٢٠ جرام توست أو ٢ شريحة
٤- ١/٢ كوب أرز مطبوخ (٤,٥ ملعقة كبيرة)
٦- ملعقة عسل نحل كبيرة (٢٥ جم)
٧- ملعقة عسل أسود كبيرة
٨- ملعقة مربى كبيرة
٩- كوب لوبيا أو بسلة مسلوقة

سادسًا : معادلات خضروات وكل وحدة تحتوى على ٥٠ كالورى :

أ - ٢٠٠ جم بها ٥٪ كربوهيدرات :

باذنجان بلدى أبيض أو أسود - بامية - جرجير - خرشوف - قرنبيط - خس - خيار - سبانخ - طماطم - فاصوليا خضراء - فلفل رومى - كوسة

ب- ١٠٠ جم أو ١/٢ كوب مسلوق تحتوى على ١٠٪ كربوهيدرات :

بسلة خضراء - بصل بحيرى - بصل صعيدى - ملوخية - جزر بلدى - فول بلدى أو رومى أخضر

جـ - ٥٠ جم تحتوى على ٢٠٪ كربوهيدرات :

بطاطا - بطاطس - قلقاس

أمثلة لأكلات يومية مختلفة فى محتواها من الطاقة:

أولاً: غذاء يعطى ١٥٠٠ سعر حرارى فى اليوم الكامل تقريبًا :

غذاء	كالورى
رغيف بلدى	٢١٠
١/٣ كوب لبن جاموسى	٨٣
٥٠ جم جبنة	١٠٠
٢ وحدة خضار + سلطة	١٢٠
فاكهة - ٣ وحدة	١٥٠
لحم - ٢ وحدة	٤٤٠
زيت - ٢,٥ ملعقة كبيرة	٢٢٥
٤ ملاعق سكر صغيرة	٦٤
	١٤٩٢

موزعة كالآتى، ويمكن أن تستخدم المعادلات :

فطار	غداء	عشاء
١/٤ رغيف	١/٤ رغيف	١/٤ رغيف
١/٣ كوب لبن	وحدة خضار	وحدة خضار + سلطة خضراء
٥٠ جم	وحدة لحم غير سمينة	وحدة لحوم غير سمينة
شاى + سكر	سلطة خضراء	وحدة فاكهة
	٢ وحدة فاكهة	الدهنيات المصرح بها ٢,٥ ملعقة كبيرة
		٤ ملاعق سكر

ثانيًا : غذاء يعطى ٢٠٠٠ كالورى فى اليوم الكامل تقريبًا :

غذاء	كالورى
٢ رغيف عيش	٦٢٠
$\frac{١}{٢}$ كوب لبن جاموسى	١٢٤
٥٠ جم جبنة	١٠٠
٣ وحدة خضار + سلطة	٥٠
فاكهة – ٤ وحدة	٢٠٠
لحم – ٢ وحدة	٤٤٠
٣ ملاعق زيت كبيرة	٣١٥
٥ ملاعق سكر صغيرة	٦٤
	٢٠١٣

موزعة كالآتى، ويمكن استخدام المعادلات :

فطار	غداء	عشاء
$\frac{١}{٢}$ رغيف	رغيف	كالغداء ماعدا الجبن $\frac{١}{٢}$ رغيف
$\frac{١}{٢}$ كوب لبن جاموسى	وحدة خضار	يراعى :
٥٠ جم جبنة	وحدة لحوم	الدهون المصرح بها طول اليوم
شاى – سكر	وحدتين فاكهة	والسكر المصرح به طول اليوم
	سلطة	

ثالثًا – غذاء يعطى ٢٥٠٠ كالورى فى اليوم الكامل تقريبًا :

غـــذاء	كالورى
٢ ١/٢ رغيف عيش	٧٨٠
كوب لبن جاموسى	٢٤٨
١٠٠ جم جبنة	٢٠٠
خيار ٤ وحدة + سلطة	٢٠٠
لحم ٢ وحدة	٤٤٠
فاكهة ٤ وحدة	٢٠٠
٤ ملاعق زيت كبيرة	٣٦٠
٥ ملاعق سكر صغيرة	٨٠
	٢٥٠٨

فطار	غداء	عشاء	
١/٢ رغيف	رغيف	رغيف	
كوب لبن	٢وحدة خضار		دهون المصرح به يوميًا
٥٠ جم جبنة	وحدة لحوم		والدهون ٤ ملاعق كبيرة زيت
٤ ملاعق كبيرة عدس	وحدتين فاكهة		والسكر ٥ ملاعق صغيرة
١/٣ ملعقة زيت صغيرة			
شاى + سكر			

التوازن الغذائى Dietary Balance :

يتناول الإنسان الغذاء كى يحافظ على صحته، لتستمر الحياة والحركة والنشاط إلا أن هذا الغذاء لابد أن يكون مناسبًا من حيث الكم والنوع كى يؤدى وظائفه على أكمل وجه، فإن النقص أو الزيادة فى أى عنصر بالنسبة لاحتياج الإنسان من جهة وبالنسبة لغيره من العناصر الأخرى قد يؤدى إلى حالات من عدم التوازن بين العناصر الغذائية تعطل أو تزيد من حدوث بعض العمليات والتفاعلات الحيوية داخل الجسم قد تضر الجسم بصورة أو بأخرى، ولهذا ينبغى أن يكون هناك استيفاء لحاجة

الإنسان من العناصر الغذائية المختلفة مع التوازن بين العناصر الغذائية بعضها البعض حتى تؤدى وظائفها بالصورة وبالمستوى المطلوب للجسم، ولهذا ينبغى توفير التغذية المتوازنة للجسم.

التغذية المتوازنة Balanced Nutrtion : هى إمداد الجسم بجميع العناصر الغذائية الأساسية بالكميات والنوعيات والنسب المناسبة حتى يكون بنيان الجسم طبيعيًا ويقوم بوظائفه بطريقة طبيعية كما يسمح للجسم بتخزين كميات مناسبة من هذه العناصر الغذائية فى أنسجة الجسم لوقايته من التعرض لحالات سوء التغذية، والمعروف أنه لا يوجد غذاء أو طعام واحد يحتوى على كل العناصر الغذائية، فكل غذاء أو طعام ينقصه واحد أو أكثر من عنصر غذائى، ولهذا لا يمكن الوصول إلى التغذية المتزنة إذا اعتمد الفرد على غذاء أو طعام واحد، ولهذا ينبغى خلط أو دمج مجموعة من الأغذية والأطعمة حتى يمكن الحصول على وجبة متوازنة من الناحية التغذوية.

إن الوجبة المتوازنة Well-balanced دائمًا تكون واقية Protective من أى ضرر يحيط بالجسم أو يحدث داخل الجسم، إن كثيرًا من الحالات الضارة تكون عادة مرتبطة بالتغذية السيئة Malnutrition سواء أكان زيادة أو نقصًا عن حاجة الجسم، كما أظهرت العديد من الدراسات أنه عندما ارتفعت نسبة الأغذية التى تؤكل طازجة بدون طهو مثل السلطة الخضراء أو الفاكهة فى غذاء الأفراد المدخنين فإن ذلك أدى إلى تجنبهم التدخين، كما ظهر أنه عندماكانت الوجبات محتوية على أغذية أختيرت عشوائيًا بدون تخطيط وكان ينقصها العديد من مجموعة فيتامينات B والزنك أدى هذا إلى زيادة رغبتهم فى التدخين وخصوصًا مع شرب القهوة.

إن عملية هضم الغذاء وامتصاص نواتج الهضم تحتاج إلى توازن فى بعض العناصر بعضها لبعض ويوجد أمثلة كثيرة لتأثر عمليتى الهضم والامتصاص نتيجة لزيادة بعض العناصر بالنسبة لغيرها، فمثلاً إذا كنا نعتبر أن وجود الألياف فى الغذاء لازم لإسراع عملية الهضم وتنظيمها إلا أن زيادتها عن الحد اللازم تعيقها.

بالإضافة إلى ذلك فإن التوازن بين الأحماض الأمينية يلعب دورًا فى امتصاصها مما قد يؤدى إلى حدوث نقص فى بعضها وقد يؤثر فى عملية بناء البروتين أو بناء هرمون معين أو ناقل عصبى معين Neurotransmitter، والمعروف أن هذه

الناقلات العصبية لازمة لعمل المخ والجهاز العصبى مثل **Serotonin** الذى يتكون من الحامض الأمينى **Tryptophan** فإذا لم يمتص هذا الحامض الأمينى نتيجة وجود أحماض أمينية أخرى منافسة فإن تكوين **Serotonin** يتأثر.

علاوة على ذلك فإن هناك بعض مضادات الفيتامينات مثل المادة البروتينية **avidin** الموجودة فى زلال البيض والتى تعيق الاستفادة من فيتامين **Biotin** ولكن يمكن تثبيط هذه المادة عن طريق المعاملة الحرارية للبيض نتيجة لتغيير طبيعة هذه المادة.

هذا يوضح أهمية الحرص عند اختيار غذاء لفرد على أن يكون هناك توازن بين العناصر الغذائية مع خلوه من المواد الضارة أو تلك التى تعيق امتصاص العناصر الغذائية أو المثبطة للإنزيمات ... إلخ.

ويمكن التوصل إلى الوجبة المتزنة باتباع عدة مراحل تتلخص فى التعرف على الاحتياجات الغذائية اليومية للفرد مع معرفة محتوى الأغذية والمأكولات من العناصر الغذائية حتى يمكن اختيار الأغذية المناسبة هذا مع التأكد من سلامة الفرد صحيًا.

ومن جوانب التوازن الغذائى :

- التوازن بين العناصر الغذائية المولدة للطاقة وهى الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.
- أن يكون هناك نسبة معينة وهى الأكبر من الكربوهيدرات فى صورة أغذية نشوية أما الباقى فيمكن أن يكون من أغذية سكرية.
- عند اختيار الأغذية البروتينية يراعى أن يكون هناك توازن بين البروتين النباتى والبروتين الحيوانى على أن يكون نمط الأحماض الأمينية الداخل فى تكوين الوجبة مناسبًا.
- بالنسبة للأغذية الدهنية لابد أن يكون هناك توازن مناسب من الدهون المشبعة والدهون غير المشبعة سواء وحيدة عدم التشبع أو عديدة عدم التشبع.
- لابد أن تفى الوجبة الغذائية باحتياجات الفرد من الفيتامينات والعناصر المعدنية حتى يمكن أن يكون هناك توازن بين بعض الفيتامينات إلى بعضها وإلى بعض العناصر المعدنية، حتى يمكن أن تتم العمليات الحيوية للجسم بطريقة طبيعية تفى باحتياجات الجسم.

- لابد من توفير القسط الوافر من الماء، مع خلو الغذاء من أى مادة تعيق عمليات الهضم والامتصاص والميتابوليزم.

أولاً : التعرف على الاحتياجات الكلية للطاقة الغذائية اليومية للفرد عن طريق معرفة السن، الجنس، الوزن، الطول ونوع العمل الذى يؤديه الفرد سواء أكان عملاً خفيفًا أو متوسطًا أو ثقيلاً، مع أخذ الظروف الجوية فى الاعتبار وأيضًا الحالة الصحية والنفسية للفرد ويمكن حساب الطاقة الكلية :

- إما من الجداول الخاصة أو بمعدل خاص بالكالورى / وزن الجسم / اليوم.
- تحسب نسبة الطاقة المستمدة من كل عنصر من العناصر المولدة للطاقة كما يلى :

١٠ - ٢٠ ٪ كالورى مستمدة من البروتين.

٢٠ - ٢٥ ٪ كالورى (تزداد ٣٠٪ للطفل والرياضيين) مستمدة من الدهن.

٥٥ - ٧٠ ٪ كالورى مستمدة من الكربوهيدرات.

مثال : شخص يحتاج إلى ١٨٠٠ كالورى فى اليوم.

يكون توزيع مصادر الطاقة الكلية كما يلى :

يستمد من البروتين = $\frac{١٨٠٠ \times ١٠}{١٠٠}$ = ١٨٠ كالورى

يستمد من الدهون = $\frac{١٨٠٠ \times ٢٠}{١٠٠}$ = ٣٦٠ كالورى

المجموع = ١٨٠ + ٣٦٠ = ٥٤٠ كالورى

يستمد من الكربوهيدرات = ١٨٠٠ - ٥٤٠ = ١٢٦٠ كالورى

- تترجم هذه الطاقة إلى عناصر غذائية :

١٨٠ ÷ ٤ = ٤٥ جم بروتين

٣٦٠ ÷ ٩ = ٤٠ جم دهن

١٢٦٠ ÷ ٤ = ٣١٥ جم كربوهيدرات

- تختار أنواع الأغذية حسب محتواها من العناصر الغذائية ويمكن الاستعانة بجداول تحليل الأغذية (ملاحق ٤، ٥، ٦) على أن تفى باحتياجات الفرد ويمكن أن تقسم على ثلاثة وجبات على أن تفى كل وجبة بثلث احتياجات الفرد أو أن كل من

وجبتى الفطار والعشاء تفى بربع الاحتياجات اليومية وأن وجبة الغذاء تمد الفرد بالباقى أى نصف الاحتياجات.

وكما هو معروف فإن التوازن بين العناصر المولدة للطاقة مفيد للجسم حتى يؤدى كل عنصر وظائفه على الوجه الأكمل أى أن الكربوهيدرات تكون هى المصدر الرئيسى للطاقة وفى نفس الوقت تكون كمية الكربوهيدرات كافية لإتمام احتراق الدهون إلى طاقة مع ثانى أكسيد كربون وبخار ماء فلا تحدث حالة الحموضة الكيتونية Ketosis التى تتكون فى حالة نقص الكربوهيدرات فلا يتم احتراق الدهون وتكوين مواد كيتونية مثل حامض acetoacetic acid وغيرها مما يغير من درجة حموضة الدم (pH) ولا تكون مناسبة لعمل الإنزيمات وغيرها وهذا ينتج عنه تعطيل أو تغيير فى التفاعلات البيوكيميائية من حيث السرعة والكمية والنواتج مما قد يكون له آثار ضارة بالجسم، كما أن نقص الكربوهيدرات يؤدى إلى استخدام البروتين فى توليد الطاقة وينتج عن ذلك تولد مواد نتروجينية مثل حامض البوليك واليوريا وهذه لابد من التخلص منها عن طريق الكلى أى إجهادها علاوة على أنه مصدر غير اقتصادى للطاقة، وكذلك حرمان الجسم من الأحماض الأمينية وخصوصًا الأساسية وينتج عن ذلك فشل النمو والصيانة.

أما فى حالة زيادة تناول الكربوهيدرات فإنه يؤدى إلى ارتفاع الوزن والبدانة مما قد يؤدى إلى مخاطر الإصابة بمرض السكر، الأوعية الدموية، القلب والضغط ... إلخ، وفى نفس الوقت تكون كمية البروتين المتناولة غير كافية لسد حاجة الجسم من الأحماض الأمينية اللازمة للبناء والصيانة، كما أن كمية الدهون تكون أقل من الاحتياج فلا تفى باحتياج الجسم من الأحماض الدهنية الأساسية كما أن هذا يؤثر على امتصاص العناصر الغذائية الذائبة فى الدهون مثل فيتامينات A,D,E,K.

– تختار الكربوهيدرات على ألا تزيد نسبة الطاقة المستمدة من السكريات أو الحلوى أى السعرات الجوفاء (Empty Calories) عن ١٠ ٪ من الكالورى المستمدة من الكربوهيدرات أى أنه فى هذا المثال :

$$١٢٦٠ \text{ كالورى} \times \frac{١}{١٠٠} = ١٢٦ \text{ كالورى مستمدة من السكريات}$$

أى تعادل :

١٢٦ ÷ ٤ = ٣١,٥ جم سكر أو حلوى

فإذا كان مقدار الأغذية الكربوهيدراتية = ٣١٥ جم

وأن ٣١,٥ جم سكر أو حلوى

إذن الأغذية النشوية = ٣١٥ - ٣١,٥ = ٢٨٣,٥ جم أغذية نشوية.

- تختار الأغذية البروتينية على أن تكون النسب المفضلة المقترحة هى ٢٥ - ٤٠ ٪ من مصادر حيوانية والباقى أى ٦٠-٧٥ ٪ من مصادر نباتية وهذا لضمان أن يحصل الجسم على كل الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة له وتقليل تحويلها إلى الأحماض الأمينية غير الأساسية وذلك لأنها تدخل فى تكوين مركبات هامة فى الجسم مثل دخول الحامض الأمينى glycine لتكوين الهيموجلوبين، والسلسلة البتيدية الثلاثية glutathione وهى كمادة مضادة للتأكسد، وحامض الهيبوريك Hippuric acid الذى يعمل على تخليص الجسم من المواد الضارة إلى البول، أحماض وأملاح الصفراء، وهى تساعد فى هضم الدهون وفى هدم الكولسترول كما أن حمامض الجلوتاميك glutamic وحامض الاسبرتيك aspartic يدخلان فى العديد من عمليات الميتابوليزم، كما أن حامض الـ glutamic الذى يساعد على تخليص المخ من المواد النتروجينية الضارة، والحامض الأمينى أرجنين arginine يدخل فى تكوين دورة اليوريا، وهى تعمل على تخليص الجسم من المواد النتروجينية الضارة، وكذلك الحامض الأمينى الهستدين histidine لتكوين مادة histamine وهى تساعد على إفراز العصير المعدى.

ولذا فإن نقص الأحماض الأمينية غير الأساسية يستلزم تكوينها من الأحماض الأمينية الأساسية على حساب وظائفها.

فإذا كان فى المثال السابق يحتاج الفرد إلى ١٨٠ كالورى مستمدة من بروتين فيكون من البروتين النباتى :

$$\frac{٦٠ \times ١٨٠}{١٠٠} = ١٠٨ \text{ كالورى}$$

أى ١٠٨ ÷ ٤ = ٢٧ جم بروتين نباتى

١٨٠ - ١٠٨ = ٧٢ كالورى

٧٢ ÷ ٤ = ١٨ جم بروتين حيوانى

وينبغى أن يكون نمط الأحماض الأمينية الأساسية Essential Amino Acid Pattern مناسبًا يفى باحتياجات الجسم دون أن يزيد واحد أو أكثر من الأحماض

الأمينية فيؤثر على الاستفادة من احماض أمينية أخرى وذلك حتى لا تحدث حالة عدم التوازن بين الأحماض الأمينية ويمكن دراسة نمط الأحماض الأمينية كما سبق ذكره، فإن عدم توازن الأحماض الأمينية قد يؤدى إلى زيادة الاحتياج من أحماض أمينية أخرى وخصوصًا في حالة نقص بروتين الوجبة. بالإضافة إلى أن زيادة أحد الأحماض الأمينية تؤدى إلى آثار ضارة سامة مثل ظهور زوائد فى العين، الكبد، البنكرياس، ضعف النمو ومن هذه الأحماض histidine, tyrosine, tryptophan, cyteine, methionine وأقل الأحماض الأمينية ضررًا هى valine, isoleucine وتقع باقى الأحماض كما يلى leucine, lysine, arginine, phenylalanine ثم أخيرًا threonine. كما أن هناك تضادة للأحماض الأمينية بمعنى أن زيادة أحد الأحماض الأمينية يضاد آخر مثل زيادة leucine تقلل من الاستفادة من isoleucine أو valine، وlysine مع arginine. وأيضًا زيادة الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتشعبة تقلل من امتصاص tryptophan ونفاذه خلال جدار المخ Blood Brain Barrier (BBB) فيقل تكوين serotonin الموصل العصبى ذى التأثير المهدئ للألم أو التعب.

وكما هو معروف أن الإنسان يشعر بالتعب نتيجة لتراكم حامض اللاكتيك CH_3-CHOH-COOH وهذا يعمل زيادة حموضة الوسط pH نتيجة وجود أيونات الهيدروجين، ولهذا فإن تناول شرب أى مادة قلوية التأثير مثل مادة البيكربونات تعمل على معادلة الحموضة وتحويل حامض اللاكتيك إلى حامض بيروفيك (Ch_3-Co- COOH) Pyruvic – وهنا يدخل حامض البروفيك فى دورة حامض الستريك Citric acid cycle وتنطلق الطاقة اللازمة.

- من حيث الأغذية الدهنية نختار خليط من الأغذية على أن يكون ١/٣ الاحتياج من دهون وحيدة عدم التشبع، ١/٣ الاحتياج من دهون عديدة عدم التشبع، ١/٣ الاحتياج من دهون مشبعة.

ففى المثال السابق :

٣٦٠ كالورى × ١/٣ = ١٢٠ كالورى

أى ١٢٠ ÷ ٩ = ١٣,٣ جم دهن

أى أن ١٣,٣ جم دهن من دهون وحيدة عدم التشبع مثل زيت الزيتون

١٣,٣ جم دهن من دهون عديدة عدم التشبع مثل زيت فول الصويا، زيت الذرة

١٣,٣ جم دهن من دهون مشبعة مثل الزبدة

وهذا يتم لضمان أن يكون مستوى الليبيدات فى الدم مناسبًا كما سبق.

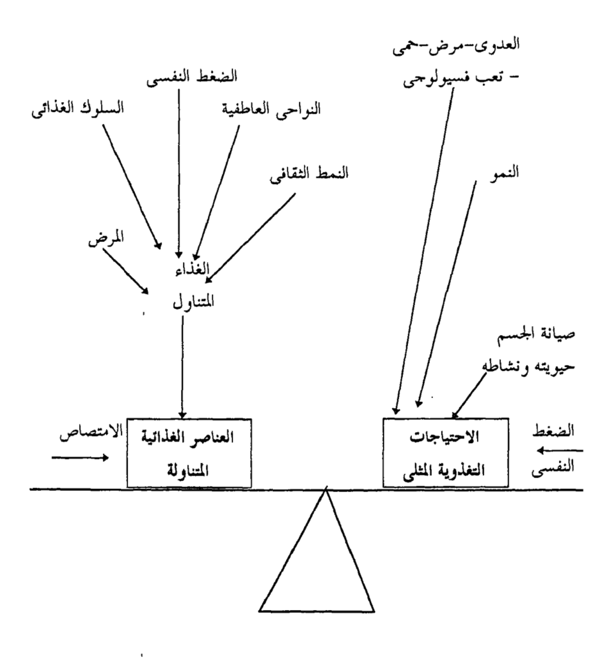
بالنسبة للفيتامينات :

يجب التعرف على الاحتياجات من الفيتامينات حتى لا يتناول الإنسان من أى فيتامين ما يزيد أو يقل عن احتياجه، مما قد يضر بالجسم أو على عضو معين أو على تفاعلات مختلفة، وكما هو معروف أن الأغذية النباتية تحتوى على جميع الفيتامينات باستثناء فيتامين A وفيتامين D حيث يوجدان فى الأغذية الحيوانية وتحتوى الأغذية النباتية على مولد فيتامين A ويمكن للجسم تحويله إلى الفيتامين، كما أن مولد فيتامين D يوجد تحت الجلد ويمكن أن يتحول إلى الفيتامين بواسطة الأشعة فوق البنفسجية.

ويلاحظ أن الفيتامينات تفقد أثناء عمليات تداول الأغذية من نقل وتسويق وإعداد وطهى وتصنيع وتخزين ويلاحظ أن الفيتامينات التى تذوب فى الدهن أكثر ثباتًا، أما الفيتامينات التى تذوب فى الماء فإنها تفقد عن طريق الذوبان فى ماء غسل الخضروات أو النقع وخصوصًا إذا لم يستخدم ماء النقع، وأيضًا تفقد أثناء الطهى والتعرض لدرجات حرارة عالية والأكسدة وبالتعرض للضوء أو الحموضة أو القلوية.

ينبغى التعرف على الاحتياجات اليومية من العناصر المعدنية ومصادرها وعلاقتها لبعض، وعلاقتها ببعض العناصر الأخرى حتى يمكن الاستفادة من هذه المعادن.

وبصفة عامة فإن دراسة الاحتياجات الغذائية ينبغى أن يكون مصحوبًا بدراسة الحالة الصحية والنفسية للفرد من جهة، وأن يعرف الغذاء المتاح تناوله فى العوامل الاقتصادية والاجتماعية والثقافية ... إلخ، حتى يكون تخطيط الوجبات مناسبًا سليمًا ليتم الوصول إلى حالة من التوازن المتناول من العناصر الغذائية وبين الاحتياجات الغذائية كما يظهر فى شكل (١٢ - ٢).



شكل رقم (١٢ - ٢) التوزان بين المتناول وبين الاحتياجات الغذائية

الباب الثالث عشر

دراسة الحالة التغذوية

THE ASSESEMENT OF NUTRITIONAL STATUS

دراسة الحالة التغذوية

THE ASSESMENT OF NUTRITIONAL STATUS

تعتبر دراسة الحالة التغذوية من الأمور الهامة فى الدول، وذلك للتعرف على المستوى الغذائى الذى له تأثير مباشر على كفاءة الفرد وإنتاجيته للعمل، وهناك من المعلومات التى تعتبر مفيدة فى هذا الشأن مثل بيانات عن الإنتاج الزراعى والتسويق والتخزين والصادرات والواردات وحفظ وتصنيع المحاصيل، حتى يمكن التعرف على متوسط نصيب الفرد فى الدولة أو البيئة هذا بالإضافة إلى المعلومات الخاصة بالبيانات الاجتماعية والاقتصادية والقوة الشرائية والعادات الغذائية والأمراض المنتشرة الطفيلية المعدية.

يتضمن قياس الحالة التغذوية الفحوص الإكلينيكية والاختبارات البيوكيميائية ودراسة المقاييس الجسمية والإحصاءات الحيوية والمسوح الغذائية.

الفحص الإكلينيكى Clinical Examination :

يمكن أن نفرق بسهولة بين الشخص ذى المستوى الغذائى الجيد، وغير الجيد من حيث المظهر الخارجى للعين والشعر والجلد ومدى يقظة الشخص، ولكن توجد درجات مختلفة للحالات الإكلينيكية. وقد يكون من الصعب التمييز بينها وتحديدها أو ملاحظتها خصوصًا فى الحالات الخفيفة وتعتبر الفحوص الإكلينيكية من الاختبارات الهامة والتى يحسن القيام بها عند إجراء المسح الغذائى وتحديد أمراض سوء التغذية عندما تكثر حالات سوء التغذية أو نقصها، فإنه ينبغى دراسة الحالات على عينة كبيرة من الشعب تمثل المستويات الاقتصادية والاجتماعية والمهنية والعمر والجنس.

وقد صَممت لجنة مشتركة من WHO, FAO سنة ١٩٥٩ بطاقة يسهل ملئها ويدون فيها اسم المفحوص وسنه وجنسيته وحالته الاقتصادية والاجتماعية، ويتم تقدير طوله ووزنه وحالة الشعر من حيث اللون والملمس والجلد وحالته وخصوصًا على الأذرع والرقبة والصدر والأطراف، وحالة العينين والفم من حيث وجود شقوق حول الفم، ولون اللسان وحالته من حيث وجود التهاب وحالة اللثة والأسنان ومدى انتظامها والغدة الدرقية، وهل هى طبيعية أم متضخمة تضخمًا بسيطًا أم ظاهرًا، وتقدر

نسبة الهيموجلوبين وكما يدرس الهيكل العظمى، وهل يوجد تقوس فى الأرجل أو انتفاخ فى المفاصل وأى ملاحظات أخرى.

الاختبارات البيوكيميائية Biochemical Investigations :

أظهرت الدراسات أن أعراض نقص العناصر الغذائية تحدث على خطوات فأول مرحلة تقل نسبة تركيز العنصر فى أنسجة الجسم، ويكون هذا مصحوبًا بنقص فى وجود العنصر أو أحد نواتج ميتابوليزم العنصر Metabolite فى الدم أو البول، ويلى ذلك ظهور الأعراض الخاصة بنقص هذا العنصر، وتنتج هذه الحالة نتيجة نقص تناول العنصر فى الغذاء أو فى امتصاصه أو سوء الاستفادة منه، ويلاحظ أن خطوات الميتابوليزم تتم بواسطة إنزيمات خاصة، وقد استغل المشتغلون فى التغذية هذه الظاهرة فى تقدير الحالة التغذوية وذلك إما بقياس تركيز العنصر أو نواتج الميتابوليزم فى الدم أو البول أو قياس مدى نشاط إنزيم معين.

توجد تغيرات بيوكيميائية واضحة فى الأفراد الذين يعانون من سوء التغذية أو نقصها وهذه تسبق الأعراض الإكلينيكية إلا أنها أحيانًا لا تتساوى فى تَغَيُّرها مع هذه الأعراض الإكلينيكية وأحيانًا تكون التغيرات غير محددة أو واضحة فى خطوات، بل تظهر تدريجيًا، وعمومًا فهذه التغيرات البيوكيميائية تعكس الحالة التغذوية، ويمكن عن طريقها التعرف على الأشخاص أو الجماعات التى يكون غذاؤها فقيرًا فى أحد العناصر ولكن يصعب تفسير نتائج هذه الاختبارات عند غياب الأعراض الإكلينيكية وتوجد الآن أجهزة أوتوماتيكية تمكن من إجراء التحاليل على عينات صغيرة جدًا (Microanalysis) من الدم والبول فى وقت واحد.

ولقياس الحالة التغذوية للبروتين تقدر كمية البروتين فى البلازما، ولكن هذه لا تدل على حالة تغذية البروتين، كما أنها لا تدل على نوع البروتين الذى يتناوله الفرد ويمكن قياس مستوى الأحماض الأمينية فى الدم أو البول للحصول على نتائج أكثر دقة وقد وجهت عناية خاصة لدراسة مستوى الحامض الأمينى Hydroxyproline فى البول حيث ظهر أنه يقل فى حالة سوء تغذية البروتين والطاقة (PEM) نتيجة لهدم الكولاجين.

ويستعمل التوازن النيتروجينى لقياس الحالة الغذائية للبروتين، وقد استعملت هذه الطريقة أساسًا لتقدير متطلبات الجسم من البروتين.

أما بالنسبة لفيتامين A فإنه يقدر فى الدم ونسبته من (٣٠-٥٠) ميكروجرام/ ١٠٠ مل دم. فإذا قل من ٢٠ ميكروجرام فإنه يدل على نقص فى فيتامين A المخزون فى الكبد ولكن حيث أن الجسم يخزن فيتامين A في الكبد، فإن مستوى هذا الفيتامين فى الدم لا يدل على مستوى الفيتامين المتناول حديثًا.

ويقدر فيتامين C فى الدم ومستواه فى الدم من (٠,٦-١,٤) ميكروجرام/ ١٠٠ مل دم وهذا يدل على مستوى كفايته فى الغذاء (حوالى ٧٠ مجم) أما إذا قل عن ٠,٢ مجم/ ١٠٠ مل دم، فإنه يدل على أن مستواه فى الغذاء يقل عن ٢٥ مجم.

كما يمكن تقدير فيتامين C فى الكرات الدموية البيضاء، فهى طريقة أدق من السابقة (٢٠-٣٠ مجم/١٠٠ مل) ويقدر الثيامين فى الدم، (ومعدله الطبيعى ٥ ميكروجرام / ١٠٠ مل) كما يمكن تقدير حامض البيروفيك فى الدم كدليل على الحالة الغذائية للثيامين حيث يرتفع عند نقص الثيامين فى الغذاء، وتقدر الحالة الغذائية للريبوفلافين بتقدير نسبته فى البول، ولكن يمكن للبكتريا الموجودة فى القناة الهضمية أن تكون الريبوفلافين أما بالنسبة للنياسين فإنه يتم تقدير نواتج الميتابوليزم كدليل على الحالة الغذائية مباشرة.

دراسة الإحصاءات الحيوية Vital Statistics :

تحتفظ كثير من الدول ببعض الإحصاءات التى يمكن التعرف بها على الحالة التغذوية للشعب، وأكثرها استعمالاً هى نسبة وفيات الرضع والأطفال فى الألف فى عمر سنة وأيضًا وفيات الحوامل وتنخفض النسبة فى الدول ذات الحالة التغذوية الجيدة التى زادت فيها العناية بالأمومة والطفولة. وقد أصبح من المقاييس الدقيقة للحالة التغذوية فى أى بلد النظر فى نسبة الوفيات فى الألف بين الأطفال حديثى الولادة Neonatal Mortality وهم فى سن أقل من شهر، والولادات الميته Stillbrith وهناك كثير من العوامل التى تؤثر فى نسبة الوفيات قبل وبعد الولادة مثل الحالة التغذوية للأم وخاصة أثناء الحمل، والعوامل الوراثية، ومدى التعرض للعدوى، والأمراض المعدية ومدى الرعاية الطبية.

وعادة تكثر حالات سوء التغذية بين سن الأطفال من ١-٤ سنة، وقبل التعرف على المضادات الحيوية كانت بعض الأمراض المعدية مثل الحصبة والسعال الديكى والسل الرئوى من الأسباب الرئيسية للوفيات.

وإذا ظهر انخفاض فى نسبة وفيات الرضع والأطفال حتى سن ٤ سنوات فى جهة من الجهات فإنه يدل على تحسين الحالة التغذوية وبالعكس فإن ارتفاع هذه النسبة يدل على أنه يوجد انخفاض فى مستوى التغذية.

دراسة المقاييس الجسمية Anthropometric Measurements :

إذا لم يحصل الأطفال على الغذاء الكافى، فإن نموهم لا يكون مناسبًا. إن قياس الأطوال والأوزان فى الأطفال فى أعمار مختلفة وكذا البالغين يمكن أن يستعمل كدليل على الحالة التغذوية وقد أمكن استعمالها بنجاح ويجرى الآن تقدير لأوزان الأطفال فى المستشفيات والوحدات الصحية للتعرف على الأطفال ذوى الحالة الغذائية غير المناسبة ويمكن إجراء الفحوص الطبية على الأطفال منخفضى الأوزان، ويلاحظ أنه توجد هناك عوامل بجانب الغذاء تؤثر فى الوزن مثل العوامل الوراثية، ويعتبر تقدير الطول مع الوزن من أنسب المقاييس التى تعتبر مفيدة كما أن هناك مقاييس جسمية تتضمن قياس محيط الرأس ومحيط الصدر والذراع والأرجل، كما يمكن قياس الدهن تحت الجلد بواسطة أجهزة خاصة فى أماكن مختلفة من الجسم وتمكن Durnin وWomersley (١٩٧٤) من حساب نسبة الدهن فى الجسم باستخدام مجموعة الأربعة مقاييس biceps وtriceps، subscapular وsupra-iliac للإناث والذكور فى أعمار مختلفة (ملحق ٢).

كما أن المقاييس الأنثربومترية (الأرقام القياسية أو المرجعية فى ملحق ٣).

أولاً: بالنسبة للأطفال :

١- يستخدم تصنيف الطفل حسب حالته التغذوية باستخدام تصنيف Gomez (١٩٥٦) وهو على أساس النسبة المئوية من الوزن القياسى بالنسبة للعمر weight for age كما فى جدول (١٣-١).

جدول (١٣-١) تصنيف الأطفال حسب Gomez

تصنيف الطفل	النسبة المئوية للوزن من الوزن القياسى
١- طبيعى	٩٠٪ أو أكثر
٢- سوء التغذية درجة أولى	٧٥-٩٠٪
٣- سوء التغذية درجة ثانية	٦٠-٧٥٪
٤- سوء التغذية درجة ثالثة	أقل من ٦٠٪

٢- تصنيف Wellcome :

يستخدم الوزن بالنسبة للعمر وتتضمن وجود الأديما حتى يمكن التمييز بين الكواشتيوركور والمراسمس. جدول (١٣-٢) ويقيس وزن الطفل بالنسبة للوزن المتوقع.

جدول (١٣ - ٢) تصنيف Wellcome للأطفال

النسبة المئوية للوزن من الوزن القياسي	الأديما	
	موجودة	غائبة
%٨٠-٦٠	كواشيوركور	نقص وزن
%٦٠ >	كواشيوركور مراسمى	مراسمس

٣- تصنيف Waterlaw (١٩٧٢) :

يستخدم فيه مؤشر الوزن مقابل الطول ومؤشر الطول مقابل الوزن كما فى جدول (١٣-٣).

جدول (١٣-٣) تصنيف Waterlow للأطفال

الوزن مقابل العمر درجة التقزم	الوزن مقابل الطول درجة النحافة			
% الدرجة	%٩٠< (صفر)	%٩٠-٨٠ (١)	%٨٠-٧٠ (٢)	%٧٠ > (٣)
> ٩٥٪ الدرجة = صفر ٩٠-٩٥٪ الدرجة = ١	طبيعى		نحيف	
٨٥-٩٠٪ الدرجة = ٢ > ٨٥٪ الدرجة = ٣	متقزم		نحيف متقزم	

وقد وضع Gibson (١٩٩٠) عدة مؤشرات عن الحالة التغذوية فى جدول (١٣-٤).

جدول (١٣-٤) تجميع عدة مؤشرات والحالة التغذوية(*)

المؤشرات	الحالة التغذوية
١- وزن منخفض/ الطول	
وزن منخفض/ العمر + طول طبيعى/ العمر	حاليًا غذاؤه غير كاف
وزن منخفض/ العمر + طويل/ العمر	حاليًا غذاؤه غير كاف
وزن طبيعى/ العمر + طويل/ العمر	حاليًا غذاؤه غير كاف
٢- وزن طبيعى/ الطول	
وزن منخفض/ العمر + طول منخفض/ العمر	قصير - غذاؤه مناسب
وزن طبيعى/ العمر + طول طبيعى/ العمر	طبيعى
وزن مرتفع/ العمر + طول مرتفع/ العمر	طويل - غذاؤه مناسب
٣- وزن مرتفع/ الطول	
وزن طبيعى/ العمر + طول منخفض/ العمر	حاليًا غذاؤه أكثر من اللازم + قصير
وزن مرتفع/ العمر + طول منخفض/ العمر	بدين
وزن مرتفع/ العمر + طول طبيعى/ العمر	غذاؤه أكثر من اللازم - ليس بالضرورى بدين

ثانيًا: بالنسبة للبالغين :

يجب على الفرد أن يحتفظ بوزن جسمه مناسبًا لأن وزن الجسم يؤثر على قدرة الفرد ومدى استمتاعه بالحياة فنقص الوزن يؤدى إلى سوء التغذية وبالتالى قصور فى التجديد والصيانة وقلة النشاط والقدرة على العمل والتفكير، وقد تحدث اضطرابات أخرى إذا ما اشتدت الحالة كما أن زيادة الوزن صورة من صور سوء التغذية ويترتب عليها مشاكل صحية كثيرة مثل السمنة وارتفاع ضغط الدم ومرض السكر.. إلخ وتحد السمنة من نشاط وحيوية الشخص.

وطبقًا لتقرير FAO (١٩٩٥) فيجب ألا يكون الإنسان بدينًا أو نحيفًا. ولكن كيف يتم تحديد ذلك؟ وهناك عدة طرق لتقسيم الوزن المناسب للشخص منها.

ce. Gibson, 1990. Principles of Nutr. Status. Oxford Univ.Press N. Y.

١ – طريقة Baldwin :

وهى من أقدم الطرق لتقييم وزن الجسم – وما زالت تستخدم – وفيها يطرح (١٠٠) من الطول بالسنتيمتر والناتج يعادل الوزن الأمثل للجسم، وبالنسبة للإناث يطرح ١٠٥سم.

للرجال الطول سم – ١٠٠ = الوزن كجم، وبالنسبة للإناث الطول سم– ١٠٥= الوزن كجم.

وتقيم أوزان الجسم كما يلى:

> ١٢٠٪ بدين

١١٠٪ –> ١٢٠٪ زائد الوزن

٩٠٪ –> ١١٠٪ الوزن المناسب

٨٠ – ٩٠٪ منخفض الوزن

< ٨٠٪ نحيف

٢– معامل وزن الجسم أو مؤشر كتلة الجسم Body Mass Index (BMI)

وهو مقياس للبدانة أو السمنة أو النحافة ويحسب كما فى المعادلة التالية

$$\text{معامل وزن الجسم} = \frac{\text{الوزن بالكيلوجرامات}}{(\text{الطول بالمتر})^2}$$

وإذا كان معامل وزن الجسم للشخص البالغ (فيما عدا المرأة الحامل) هو:

- أقل من ١٨,٥ يكون الشخص ناقصًا فى الوزن (نحيفًا)
- من ١٨,٥ إلى ٢٥ يكون الشخص طبيعيًا
- من> ٢٥ إلى ٣٠ يكون الشخص زائدًا عن الوزن
- أكثر من ٣٠ يكون الشخص بدينًا.

ويمكن استخدام جدول (١٣–٥) لحساب معامل وزن الجسم للبالغين على أساس المعادلة السابقة. ويوضح العمود الأول الطول بالسنتيمتر (سم). ويبين العمود الثانى والثالث والرابع الأوزان المقابلة إلى معامل وزن الجسم ١٨,٥، ٢٥، ٣٠ على التوالى.

ولتقييم وزن شخص ما، يحدد طوله من العمود الأول، ويقارن وزنه بالأوزان المذكورة فى الأعمدة الثلاثة التالية على طول هذا الخط فإذا كان الوزن أقل من المذكور فى عمود الـ (١٨,٥) فيكون الشخص ناقص الوزن (نحيفًا). أما إذا وقع الوزن بين الوزنتين فى العمودين (١٨,٥) و(٢٥) فإن معامل وزن الجسم يكون فى

المدى الطبيعى. وإذا كان الوزن أكثر من الرقم فى عمود الـ ٢٥ فإن الشخص يكـون زائد عن الوزن. وإذا كان الرقم أكثر مما فى عمــود الــ (٣٠) فـإن الشـخص يكـون بدينا (FAO ١٩٩٥).

جدول (١٣-٥) معامل وزن الجسم إلى الطول للبالغين

الطول (سم)	الوزن (كجم)		
	معامل وزن الجسم		
	١٨,٥	٢٥	٣٠
١٤٦	٣٩	٥٣	٦٤
١٤٨	٤١	٥٥	٦٥
١٥٠	٤٢	٥٦	٦٨
١٥٢	٤٣	٥٨	٦٩
١٥٤	٤٤	٥٩	٧١
١٥٦	٤٥	٦١	٧٣
١٥٨	٤٦	٦٢	٧٥
١٦٠	٤٧	٦٤	٧٧
١٦٢	٤٩	٦٦	٧٩
١٦٤	٥٠	٦٧	٨٢
١٦٦	٥١	٦٩	٨٣
١٦٨	٥٢	٧١	٨٥
١٧٠	٥٣	٧٢	٨٧
١٧٢	٥٥	٧٤	٨٩
١٧٤	٥٦	٧٦	٩١
١٧٦	٥٧	٧٧	٩٣
١٧٨	٥٩	٧٩	٩٥
١٨٠	٦٠	٨١	٩٧
١٨٢	٦١	٨٣	٩٩
١٨٤	٦٣	٨٥	١٠٢
١٨٦	٦٤	٨٦	١٠٤
١٨٨	٦٥	٨٨	١٠٦
١٩٠	٦٧	٩٠	١٠٨
١٩٢	٦٨	٩٢	١١١

المسح الغذائى Dietary Survoy :

يجرى المسح الغذائى بغرض معرفة مقدار مـا يتناولـه الأفـراد مـن الأغذيـة المختلفة، ومنها نحسب مقدار ما يتناوله الفرد من العناصر الغذائية، وتقارن بـالمقررات

الغذائية، ويفضل أن يجرى المسح الغذائى مصاحبًا للفحوص الإكلينيكية والاختبارات البيو كيميائية.

وتجمع البيانات الغذائية من عينة الأفراد المختارة، إما عن طريق استبيان Ouestionnaire يرسل إلى أفراد العينة، ويتبع هذا فى الدول المتقدمة، وعادة يطلب من ربة الأسرة أن تملأ استمارة تتضمن معلومات عن أفراد الأسرة والجنس والعادات الغذائية لكل فرد وكمية الغذاء المستهلكة فى وجبة، أو تجمع البيانات عن طريق التعرف على التاريخ الغذائى Dietary History، ويمكن للأخصائى المتمرن أن يجمع معلومات كافية عن التغذية من ربات الأسر فى وقت قصير، على أن يكون الباحث عنده معلومات كافية عن العادات الغذائية واللغة والأغذية الموجودة.. إلخ، أو أن تجمع المعلومات بواسطة الباحثين يوميًا أثناء إعداد الطعام وتناوله، حيث تسجل كميات الأغذية المستهلكة والمتبقية، وذلك على مدى أسبوع لتغطية التغيرات فى الوجبات اليومية خلال الأسبوع، ولو أنه فى بعض الجهات الفقيرة التى يتكرر فيها الغذاء كثيرًا، يكتفى بيومين إلى ثلاثة، ويحسب الغذاء المستهلك للفرد كما يلى:

$$\text{الغذاء المستهلك بواسطة الفرد} = \frac{\text{الغذاء الكلى} - (\text{الغذاء الباقى مضافًا إليه الغذاء المفقود} \times ٢)}{\text{عدد الأيام} \times \text{عدد الأفراد}}$$

هذا بالنسبة للبالغين، أما بالنسبة للفئات الحساسة فتجمع معلومات خاصة بهم.

وبعد جمع المعلومات الخاصة يحسب مقدار ما يستهلكه الفرد من العناصر الغذائية من جداول تحليل الأغذية، (ملاحق ٤، ٥، ٦) ويفضل أن تكون محلية، على أن تعرف نسبة الفقد من العناصر الغذائية أثناء الإعداد والطهى، أو تجمع عينات من الأطعمة، وتحلل كيميائيًا، ويفضل إجراء التحليل كل موسم، ويمكن الحكم على الحالة الغذائية للفرد يوميًا، وقد وضع ICNND سنة ١٩٦٣ دليلاً للحكم على الحالة الغذائية بالنسبة للعناصر (جدول ١٣-٦).

قوائم التوازن الغذائى :

ويمكن تقييم غذاء الشعب على مستوى الدولة بتقدير متوسط نصيب الفرد Food balance Sheets حيث يقدر كمية الغذاء الناتج فى فترة زمنية غالبًا ما تكون هذه الفترة طولها سنة، ويضاف إليها المستورد، وكذا المضاف فى المخازن فى أول

الفترة، يطرح منها الباقى فى آخر العام والصادرات والمستعمل فى التقاوى، وغذاء الحيوانات والطيور، وكذا فى الصناعات الغذائية، ثم يقسم الباقى على عدد من أفراد الشعب مضروبًا فى عدد أيام السنة، وهذه الطريقة تساعد فى معرفة مدى كفاية الانتاج وما تحتاجه البلاد من الاستيراد، كما تستعمل أساسًا لوضع سياسة الدولة الغذائية، والتنبؤ بكميات الأغذية التى ستنتج فى الأعوام التالية. ومعرفة التطور فى الاستهلاك، كما يمكن إجراء مقارنات متوسط استهلاك الفرد فى غذاء معين فى الدول المختلفة. ولكن يلاحظ أن هذا المتوسط يمثل متوسط تقديرى ويعتمد على تساوى نصيب الفرد فى الدولة وهذا غير ممكن كما أنه لا يبين استهلاك الفرد فى الفئات الحساسة المختلفة أو حسب الجنس أو الدخل أو المجهود أو المستوى الاجتماعى.

جدول (١٣-٦) دليل الحكم على مدى مناسبة مستوى دخل الفرد من العناصر الغذائية بالنسبة لشخص عمره ٢٥ سنه وطوله ١٧٠ سم ووزنه ٦٥ كجم

العناصر	مستويات الدخل من العناصر الغذائية			
	ناقص	منخفض	مقبول	مرتفع
نياسين (مجم/يوم)	> ٥,٠	٩ - ٥	١٤-١٠	< ١٥
ريبوفلافين (مجم/يوم)	> ٠,٧	١,٩-٠,٧	١,٤-١,٢	< ١,٥
ثيامين (مجم/١٠٠٠سعر)	> ٠,٣	٠,٢٩-٠,٢	٠,٤-٠,٣	< ٠,٥
حامض اسكوربيك (مجم/يوم)	> ١٠,٠	٢٩-١٠	٤٩-٣٠	< ٥٠,٠
فيتامين A (ميكروجرام ريتنول/يوم)	> ٦٠٠	٧٤٩-٦٠٠	١٤٩٩-٧٥٠	< ١٥٠٠
كالسيوم (جم/يوم)	> ٠,٣	٠,٣٩-٠,٣	٠,٧-٠,٤	< ٠,٨
حديد (مجم/يوم)	> ٦,٠	٨-٦	١١-٩	< ١٢
بروتين (جم/كجم من وزن الجسم)	> ٠,٥	٠,٩-٠,٥	١,٤-١,٠	< ١,٥

المراجع

مراجع الطبعة الأولى

أولاً : المراجع العربية

- إيزيس نوار (١٩٧٥) : الاقتصاد المنزلى ودوره فى تنمية المرأة بالمجتمعات المستحدثة. شئون تكوين وتنمية المجتمع.
- سيد مرعى (١٩٧٤) : الطعام الرخيص - هل انتهى عصره. سلسلة اقرأ، العدد ٣٨٥، دار المعارف - مصر.
- محمد مختار الجندى (١٩٦٧) : التغذية الصحية، دار المعارف - مصر.
- مصطفى صفوت محمد وعمر البسيونى زويل ومحمد حسيب رجب (١٩٦٥) تغذية الإنسان. دار المعارف - مصر.
- يسرية عبد المنعم (١٩٧٥) دراسة تحليلية لبعض العوامل الاجتماعية والاقتصادية على تقبل الزوجات العاملات بجامعة الإسكندرية لبعض الأغذية المحفوظة. رسالة ماجستير فى الاقتصاد المنزلى - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية.

ثانياً : المراجع الإنجليزية

Albanese, Higgins, Hyde & Orto, (1963). J. Clin. Nutr., 4 : 161.

Albanses, Holk, Irby, Snyderman & Lein, (1947). Bull. John Hopkins Hos., 80 : 149.

Albrink, Fitzgerald & Man, (1958). Metabolism, 7 : 162.

Albert & Kealing, (1952). Endocrinology, 51 : 427.

Alderberg, D. & L. Schaefer, (1959). Am. J. Med., 26 : 1.

Aldelstein, S. & R. Vallee, (1962). In Mineral Metabolism, Vol 2 pt. B.P. 371. N.Y. Acad. Press.

Alfin-slater, Afterwood, Wells, & Deuel, (1954). Arch. Biochem. Biophys., 52 : 180.

Alfin-Slater, R.B. & L. Afterwood, (1968). Physiological Rev., 48 : 758.

Allison, J.B. (1955). Biol. Evaluation of Proteins., Physiol. Rev. 35 : 664.

Almiquist, (1951). Am. Rev. Biochem., 29 : 314.

Altman, P. & D. Ditimer, (1968), Metabolism, FASED, Maryland.

Anter, M.A., Ohlson, M.A. & R. E. Hodges, (1964), Am. J. Clin. Nutr. 14: 169.

Anter, M.A. & M. Ohlson, (1965), J. Nutr. 85 : 829.

Arnstain, (1955). The Biochem. of Vit. B_{12}, Cambridge Univ. Press.

Banerjee, Deb. & Belavady, (1952), J. Biol. Chem., 195 : 271.

Baylor, Van Alstinc, Hautmann & V. Basset, (1950), J. Clin. Invest., 29 : 1167.

Bearn, A. (1951). Wilsons' Disease, Am. J. Clin. Nutr., 9 : 695.

Bergström & Samuelsson, (1965). Am. Rev. Biochem., 34 : 594.

Best & Huntsman, (1932), J. Physiol., 78 : 415.

Best,--------------, (1935), J. Physiol., 83 : 255.

Best, C. & N. Taylor, (1951). The Physiol. Basic of Med. Practice, 7th ed., William & Wilkins Co. Baltimore.

Beveridge, J., W. Connell & C. Roluson, (1963). Effect of the Level of the Dietary Protein with and without Added Cholesterol on Plasma Cholesterol Level in Man, J. Nutr., 79 : 286.

Black, Kleiber & Smith, (1952). J. Biol. Chem., 197 : 365.

Bloomfield, (1964). J. Lab. Clin. Med., 64 : 613.

Bogert, J., G. Briggs & D. Calloway, (1973). Nutrition and Physical Fitness, Saunders Co. Philadelphia.

Bosshardt & Barnes, (1950), J. Nutr., 40 595.

Bi.. n & Stammers, (1951). Lancet, 1 : 1137.

Brad n, J., (1959). N.Y. Acad. Sci., 72 : 854.

Brecl er & Hoekstra, (1966). J. Nutr. 90 : 301.

Bressanl, R. (1966). Protein Quality of Opaque -2 Maize for Children, in Prot. of High Lysine Conf. Pordue Univ., Washington, D.C.

Brok, J. (1964). In Proceeding of the 6th International Congress of Nutr., P. 105., Edited C.F. Mills & R. Pasemore, Edinburgh, Livingstone.

Bronte Stewarte, R.A Antons, L. Eales & J. Brock, (1956). Lancet, 2: 521.

Brown, R. (1965). East Afr. Med. J., 11 : 584.

Brow , Hansen, Burr & McQuarrie, (1938). J. Nutr., 16 : 511.

Callender, S., (1965). In Symposium on Disorders of the Blood, p. 84., Edinburgh, Royal College of Physicians.

Cann , R. (1950). Recent Advances in Nutr. with Particular Ref. To Protein Metab., Univ. of Kansas, Press, Lawerence, p. 27.

Carpenter, K., (1960). The Estimation of the Available Lysine in Animal-Protien Foods, Biochem. J., 77 : 604 - 610.

Castle, W., (1955). New Engl. J. Med., 249 : 603.

Chan, H., (1968). Brit. J. of Nutr., 20 : 747.

Charalapons, Wahl & Ferguson, (1961), J. Bid. Chem., 236 - 225.

Cheldelin, V., Woods, A. & R. William, (1913). Losses of B- Vit. Due to Cooking of Foods, J. Nutr., 26 : 477.

Chow & Stone, (1957). Am. J. Cli. Nutr., 5 : 431.

Copp, D., Cameron, E., Cheney, B., Davidsod, A. & K. Henze, (1964). Endocrinology, 70 : 638.

Clark, H. (1966). Opaque -2 Corn as a Source of Protein for Adult Human Subjects, in Proc. of High Lysine Cons. Pordue Univ. Washington, D.C.

Cleave, T.E. & G.D. Campbell, (1956). Diabetes, Coronary Thrombosis & the Saccaharine Disease, Bristol, Wrieght.

Crawford, M., J. Gardner & J. Morris, (1968). Lancet, 1 : 827.

Crawhill, J.E. Scowen & R. Watis, (1959a). Conversion of Glycine to Oxalate in Primary Hyperoxaluria, Lancet, 2 : 805.

Crawhill-----------------------------------(1959b). Conversion of Glycine to Opalate in a Normal Subject, Lancet 2 : 810.

Creer, (1962). Rec. Prog. in Hormon Res., 18 : 187.

Dalhman, T. & L. Friberg, (1954). Acta Pharm. Toxical, 10 : 199.

Daniel, V. (1966). The Effect of Sup. Apoor Kaffir Diet with L-lysine and DL-threonine, J. Nutr. Diet, 3: 10 - 14.

Dawber, T., Moore, F.& G. Mann, (1957). Am. J. Pub. Health, 47, p. 4.

Davidson, S. & R. Passmore, (1970). Human Nutrition and Dietetics, The English Book Society & R. S. Levingstone LTD

Dayton, Hashimoto, Dixon & Pearce, (1946). J. Lipid Res., : 103.

De Langen, C. (1954). Rosal Metab. And Sodium Chloride, Acta. Med. Scand, 10 : 257.

De Langen.----------- Sodium Chloride in Geographical Patholo. and its Influence on the Capillary System, Acta. Med. Scand., 149 : 75.

Dept. of Health and Social Security. (1969). Rev. Publ. Health. Med. Sub London, No.120, p. 243.

Danton, A. & C. Eivahjan, (1954). Biol. Chem., 206 : 449.

Denel, Roe & Alfin-Slater, (1954). J. Nutrition, 54 : 193.

Doll, R. & A. Hill, (1964). Brit. Med. J. 1 1399.

Dowdle, E. Schachter, D. & H. Shenker, (1960). Am. J. Phys., 198 : 609.

Dubnoff, (1950). Arch. Biochem., 27 : 466.

Du Vigneaud, Dyer & Kies, (1939). J. Bio. Chem., 130 : 325.

Du Vigneaud----------------, (1942 - 43). Harvey, Lecture, 38 : 39.

Dueul Jr. & R. Reiser, (1955). Vit. and Horm., 13 : 29.

Dyke, Della, Vida & Delikat, (1942). Lancet, 2 : 278.

FAO, (1957). Protein Req. Nutr. Studies, No. 16, Rome.

FAO, (1965). Protein Req. Rep. of a Joint FAO / WHO Exp. Group, FAO Nutr. Meeting Rep. Ser. No. 37, Rome.

FAO, (1970). Amino Acid Contents of Foods & Biol. Data on Protein, Rome.

FAO, (1973) Nutrition Newsletter, Vol. 11, No. 4.

FAO / WHO, (1974). Handbook of Human Nutr. Req. FAO Nutr. Ser. No. 28 & WHO Mono. Seri. No. 61, Rome.

Fenlon, F., (1940). Vitamin C Retention as a Criterion of Quality and Nutritive Value in Veg., JADA, 16 : 524.

Friberg, L., (1959). Arch. Ind. Health, 20 : 401.

Frost, (1949). In Protein and Amino Acid Nutr., A. Albanese (ed.) N. Y. Acad. Press, pp. 225 - 279.

Garrow, J. & M. Pike, (1967a). Brit. J. of Nutr., 21 : 155.

Garrow---------------, (1967b). Lancet, 1 : 1.

Galante, L., T. Damundson, E. Watthows, A. Tye, E. William, N. Woodhonse & I. MacIntyre, (1968). Lancet, 2 : 537.

George, Haan & Fisher, (1962). Lancet, 1 : 1300.

Gleim, E., D. Tressler & F. Fanton, (1944), Ascorbic Acid, Thiamin, Riboflavin and Carotene Content of Asparagus and Spinach in the Fresh, Stored and Frozen States before and after Cooking Food Res. 9 : 471.

Glinsmann, W. & W. Mertz, (1965). Metab. Clin. Expt., 15 : 510.

Goldberg, A., (1961). Scot. Med. J. 6 : 697.

Goldsmith, G., H. Sarett, U. Register & J. Gibbons, (1952). Studies of Niacin Req. in Man, J. Clin. Invest. 31 : 533.

Goldsmith, G. A., (1962). Mechanisms by which Certain Pharmacologic Agents Lower Serum Cholesterol Fed. Pro. 21 : 81.

Goldsmith, G. A., (1969). Highlights on the Cholesterol for Diets & other Sclerosis Problems, J. Am. Med. Assoc. 176 : 783.

Gordon, J. & I. Noble, (1959). Effect of Cooking Method on Veg., JADA, 35 : 578.

Graham, G., A. Cordany & J. Bartl, (1964). Proc. 6th Intern. Cong, Nutr., Edinburgh, E. & S. Levingstone, P. 523.

Greer, (1956). J. Am. Chem. Soc., 73 : 1260.

Greer, (1957). Rec. Prog. in Hormone Res., 13 : 17.

Gubler, C., (1956). Absorption & Metabolism of Iron Sci., 123 : 87.

Gupte, J., A. Dakroury, A. Harper & C. Elvehiem, (1958). J. Nutr., 62 : 253.

El-Baghdadi, B., I. Nawar & F. Kelada, (1974). Influence of a Protein-rich Supp. on Hp Level of Post Natal Blood Loss, Its Palatability Testing by Professionals. Bull. High Inst. Public Health, In Press.

El-Masry, E., (1973).Preparation of Supp. Meals for Infants, M.S. Thesis, Faculty of Agr., Alexandria University.

Engelberg, (1956). J. Biol. Chem, 222 : 601.

Eppright, E., M. Pattison &. H. Parbour, (1963). Teaching Nutrition, The Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.

Hadji Markos, D. & Bomhorst, (1958). The Trace Elements and its Influence on Dental Caries Susceptibility, J. Ped., 52 : 275.

Hansen, Hoggard, Bseloche, Adam & Weise, (1958). J. Nutr., 66 : 365.

Hansen & Wiess, (1963). Pediatrics, 31 : 171.

Harper, H, (1965). Review of Physiological Chemistry, Lange Medical Publications, California.

Harper, A., (1965). Balance and Imbalance of Amin Acids, Am. N.Y. Acad. Sci., 69 : 1025 - 1041.

Harrison & Harrison, (1950). J. Biol. Chem., 185 : 857.

Harrison & Harrison, (1953). Yale J. Biol. and Med., 34 : 273.

Harris, R. & H. Losecke, (1960). Nutritional Evaluation of Food Processing, John Willey & Sons, N.Y.

Heard, (1964). Carbohydrate & Protein Sump. Carbohydrate & Nutr. Proc. Nutr. Soc., 23 : 110.

Heaton, F. & P. Fonman, (1965). Lancet, 2 : 59.

Heunamen, Caroll & Albright, (1956). J. Clin. Invest., 95 : 1229.

Hess, (1920). Scurvy. Past and Present, Philadelphia & Febigen.

Hewston, E., F. Dawson, L. Alexander & E. Keile, (1948), Vitamin and Mineral Content of Certain Foods as Affected by Home Preparation, U.S. Dept. Agr. Misc. Publ. No. 678.

Hodges, R.W, Bean, A. Ohlsen & R. Bleiler, (1962a). Factors Affecting Human Antibody Response, IV Pyridoxine Def., Am. J. Cli. Nutr. 11 : 180.

Hodges, R. --, (1962b). Factors Affecting Human Antibody Response. V. Combines Def. of Pantothenic Acid & Pyridoxine, Am. J. Clin. Nutr., 11 : 178.

Hodges, H., (1964). In Mineral Metabolism, Vol 2, Part A., p. 573, ed. C. Conor & F. Bronner, N.Y. Acad. Press.

Hodges & Krehl, (1965). Am. J. Clin. Nutr., 17 : 337.

Hogan & Parrol, (1939). J. Biol. Chem., 128 : 46.

Holghira, Ogata, Takedsisue & Sunda, (1960). J. Biochem., 47 : 139.

Hollingsworth, D. E., & J.P. Greaves, (1967). Am. J. Clin. Nutr., 20 : 65.

Holt, L., P. Gyorgy, E. Pratt, S. Snyderman, & W. Wallage, (1960). Protein and Amino Acid Req. in Early Life, N.Y. Acad. Press.

Holt, L. & S. Snyderman, (1961). The Amino Acid Req. of Infants, J. Am. Med. Assoc., 175 : 100.

Hopkins, L. & A. Majaja, (1966). Fed. Proc., 25 : 303.

Horrwitt, M., (1955). Niacin - Tryptophan Relationship in the Dev. of Pellagra, Am. J. Clin. Nut., 4 : 241.

Horwitt, M., C. Harvey, G. Duncan & W. Wilson, (195( ). Effects of Limited Tocopherol Intake in Man with Ref. to Aryth. Hemol. and Lipid Oxi., Am. J. Clin. Nutr., 4 : 408.

Horwitt, M., C. Harvey, B. Catwry & L. Witting, (1961). Polyunsaturated Lipids and Tocopherol Req., JADA, 38 : 234.

Horwitt, M., B. Century & A. Zeman, (1963). Erythrocyte Survival time and reticulecyte Level after Tocop. Dep. in Man, Am. J. Clin. Nutr., 12 : 99.

Howe, E., G. Jansen & E. Godlian, (1965). Amino Acid Supp. of Cereal Grains as Related to World Supp., Am. J. Clin. Nutr., 16 : 315- 329.

Hunter, D., (1935). The Disease of Occupation, London, English University Press.

IONND, (1963). Manual for Nutrition Surveys, 2nd ed., Washington.

ILO, (1974). Jobs Versus People, Geneva.

Iron, T., (1974). Elementary Physi. J., Wiley & Sons, N. Y.

Irwing, (1957). Calcium Metabolism, N.Y., Wiley.

Irwin, M. & M. Hegsted, (1971). A Conspetus of Research on Amino Acid Req. of Man, J. Nutr., 101 : 541 - 565.

Jansen, C., (1962). J. Nutrition, 76 : Sup. No. 1.

James, L. & Wedd, (1957). Biochem. J., 63 : 699.

Johnson, (1963). J. Nutrition, 8 : 40.

Kagan, B., J. Heas, E. Lundeen, K. Shafer & C. Stigall, (1953). Pediat., 15 : 373.

Kah, A. & L. Chagial, (1955). Nutritional Evaluation of Foodstuffs Ascorbic Acid Content of Common Veg., Pakistan J. Sel. Res., 7, 64 (J. Sel. Food Agr. 9, Abst, ii 84).

Kannel, W., T. Dawber, A. Kagan, N. Revotskie & J. Stokes, (1961). Am. Intern. Med., 55 : 83.

Keys, Viranco, Minon & Mendoza, (1934), Metabolism, 3 : 195.

Kinley & Kranse, (1959). Proc. Soc. Exp. Bio. and Med., 102 : 353.

Kirk, Metheny & Reynods, (1962). J. Nutr., 77 : 448.

Kleiber, M., (1947). Body Size and Metabolic rate, Phys. Rev., 27 : 510 - 541.

Koch, Weser & Popper, (1949). J. Lad. and Clin. Med., 34 : 1764.

Kohman, E., (1944). JADA, 120 : 839.

Kramer & Levine, (1953). J. Nutrition, 50 : 149.

Krebs, H., (1964). In Mammalian Protein Metabolism, Vol. !, p. 125 (ed.) H.N. Munro and J. Allison, N. Y. Acad. Press.

Kuo & Bassett, (1965). Am. Int. Med., 62 : 1199.

Kuppuswamy, S., M. Serenivasm & V. Subramanyon, (1957). Ind. C. Med. Res. Pec. Ser. No. 33.

Lembach & Charalapous, (1966). J. Biol. Chem., 241 : 395.

Levin, Johnson & Albert, (1957). J. Biol. Chem., 228 : 15.

Levine & Gordón, (1941). J. Clin. Invest., 20 : 209.

Leverton, R., W. Johnson, J. Paur & J. Allison, (1956). J. Nutr., 5 : 219.

Ling & Chow, (1952). J. Biol. Chem., 198 : 439.

Mao Millan & Sinclair, (1958). In Essential Fatty Acids, H.M. Sinclair (Editor), London, Butterworth, 4 : 208.

Mam, O., (1953). Scand J. Clin. Lab. Invest., 5 : 75.

Mann, G., R. Shaffer & A. Rich, (1965). Lancet, 2 : 1308.

Margosches, M. & B. Valle, (1957). J. An. Chem. Soc., 79 : 483.

Martin, Mann, Winkler & Peters, (1944). J. Clin. Invest, 23 : 824.

McCane & Widdowson, (1942). J. Physiol, 101 : 44.

McCollum, E. (1957). A History of Nutrition, Houghton, Mifflin Co., Boston.

McDonald, (1965). Am. J. Clin. Nutr., 16 : 458.

Mertz, W. (1967). Fed, Proc. 26 : 186.

Mertz, W., E. Roginski & K. Schware, (1961). J. Biol. Chem., 236 : 318.

Miller, D., (1956). J. Sci. Food Agr., 7 : 337.

Mitchell, H., (1964). Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals, Acad. Press., N.Y.

Mitchell, H. & M. Bert, (1954). The Determination of Metab. Nutr., J. Nutr., 52 : 483 - 497.

Mitchell, H. (1964). Comparative Nutrition of Man and Domestic Animals, Vol 2, Acad. Press, N.Y.

Mitchell, H. & R. Biock, (1946). Some Rel. between the Amino Acid Contents of some Proteins and their Nutritive Value for the Rat, J. Biol. Chem., 163 : 599 - 620.

Mitchell, H., E. Snell & R. Williams, (1941). B. Am. Chem. Soc., 63 : 2284.

Montogomery, R., (1962). Arch. Dis. Child., 37 : 383.

Moore, F., (1955). In Modern Trends in Blood Diseases, pp. 103 - 199, ed. J.F. Wilkinson, London, Butterworth.

Moore, T., (1975). Vitamin A, London, N.Y.

Moore, C. & R. Dubach, (1956). Metabolism and Req. of Iron in the Hum. JAVA, 162 : 697.

Moore----------------------, (1962). Iron in Mineral Metab., vol. J. PT. B. Acad. Press, N. Y.

Morimoto, K, Matsumuro, H. & M. Shimizu, (1959). Loss of Vitamin C by Home Cooking, J. Sc. and Food Agr., 11, Abst. ii, 724.

Munsell, H., F. Streightoff, B. Bendor, & M. Orr, (1949). Effect of Large-scale Method of Preparation on the Vitamin Content of Food, III Cabage, JADA, 23 : 420.

National Acad. of Sci., (1964). Eval. of Protein Quality, NRC, Pub., 1100 Washigton D.C.

Nawar, I., (1973). Effect of Egyptian Cooking Methods on the Nutritive Value and Palatability of Food Studies on the Effect of Cooking on Ascorbic Acid, Alexandria J. Agr. Res., 21 : 327.

Nawar, I., H. Clark, R. Picket & D. Hegsted, (1970). Protein Quality of Selected Lines of Sorghum Vulgare for the Growing Rat Nutr., Ref. Int. 1 : 75 - 81.

Nile Co. for Pharmaceuticals, (1974). Superamine, A New Precooked Food Rich in Protein Particularly Adapted for Weaning Period, Egypt.

Nour, S., (1968). Studies of Effect of Marketing, Storage, Preparation and Methods of Cooking on Some Nutrients of Egyptian Vegetables, M.S. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria Univ.

O. Dell, B. Elsden, D. Thomas, J. Partridge, S. Smith R. & R. Palmer, (1966). Nature, 209 : 401.

Oldham, H. & B. Sheft, (1950). Effect of Calorie Intake on Nitrogen Utilization during Pregn..ncy. JADA, 27 : 847.

Olive ona, George & Bro .tröm, (1961). Fed. Proc., 0 : 928.

Oliver, M. & G. Boyd, (19 8). Vitamins and Hormones, 16 : 147.

Orr, M. L. & B. K. Watt, (1957). Amino Acid Content of Foods, Home Ec. Research Rep. No. 4, Washington.

Oski & Barness, (1965). Am. J. Dis. Child., 67 : 104

Panemangalore, M., M. Guttikar, M. Narayan , D. Rajalkshmi & M. Swaminathan, (1965). Studies on Pr ocessed Protein Based on Blends of Groundnut, Bengal Gram, Soybean and Sesame Flour Fortified with Vit. and Men. III Supp. Value to a Poor Lnd. Kaffir Corn Diet, J. Mut. Diet. 2 : 28 - 33.

Parsons, Jr., W.B. (1960). The Effect of Nicotine Acid on Serum Lipids., J. of Clin. Nutr., 8 : 471.

Platt, B. & D. Miller, (1959). Pro. Nutr. So., 18.

Platt, B., Miller, D. & B. Payne, (1960. Protein Values in Human Nutr. London, Churchill

Platt, Hoard, Stewart, (1964). In the Role of the Gastrointestinal Tract in Protein Munnro, H., N. Blackwell, Oxford, p. 227.

Peife & Holman, (1959). J. Nutr., 63 : 155.

Pellet, Pand, S. Shadsrevian, (1970). Food Composition Tables for Use in the Middl East, Amer. Univ. Beirut.

Prazad, A., (1967). Fed. Proc., 26 : 181.

Raben, (1949). Endocrinology, 45 : 296.

Randle, Garland, Hales & Newshime, (1963). Lancel, 1 : 785.

Renal Stones, Magnisium and Vit. B_6 in rats, Nutr. Rev., (1961) 19 : 306.

Robinson & Jennings, (1965). J. Lipid Res., 6 : 222.

Robinowitz & Zierler, (1963). Nature, London, 199 : 913.

Roginski, E. & W. Martz, (1966). 7th Inter. Cong. Nutr. Hamburg. W. Germany Abst., p. 263.

Rose, G., W. Thomson & R. William, (1965). Brit. J. Med., 1 : 1531.

Rose, W., Wixom, R., Lookhart, H. & G. Lombert, (1955). J. Biol. Chem., 217: 987.

Rosenheim, O. & J. Drummond, (1920). Lancet, 1 : 862.

Roth, Glick, Yalo & Berson, (1963), Science, 140 : 987.

Sanger, F. (1959). The Chem. of Insulin Science, 129 : 1843.

Sauberbick & Baumann, (1948). J. Biol. Chem., 176 : 165.

Schawrz, K. & C. Foltz, (1957). Selenium as an Integral Part of Factor 3 Against Dietary Necrotic Liver Degeneration, J. Am. Chem. Sos., 79 : 3292.

Schwarz, K. & W. Mertz, (1959). Arch. Biochem. Biophys., 85 : 292.

Scrimshaw, N. & R. Bressani, (1951). A. Veg. Protein Mixture for Human Consump. Fed. Proc. 20 : Supp. 7 : 80 - 81.

Scrimshaw, N., M. Bohar, D. Willson, R. Dolcone & R. Bressani, (1960). The Dev. of Incop. Mix. in Meeting Protein Needs for Infants and Young Child., NAS NRC Pub., 842.

Sherman, H (1959). Vit. and Horm., 8 : 85.

Shohl & Wolbock, (1935). J. Nutr., 11 : 275.

Sinclair, H. M., (1948). The Assessment of Human Nutriture. In Harris, R. S. & K. V. Thiamann (eds.); Vitamin and Hormones, 6 : 101 - 162, N.Y. Academic Press.

Sognnass, R. & H. Shaw, (1952). Salivary and Pulpal Contrib. to the Radio Phosphorus Uptake in Enamel and Dentine, J. Am. Dent. Gasoc., 44 : 489.

Sleele, J. (1952). J. Biol. Chem., 198 237.

Snell & Peterson, (1940). J. Bact., 30 : 273.

Stanbury, (1966. Familial Goller in Metabolic Basis of Inherited Diseases, 2nd Ed., N.Y. McGraw-Hill Book Co. Inc.

Stokand & Manning, (1938). J. Biol. Chem., 125 : 687.

Stucki, W. & A. Harper, (1962). Effect of Altering the Ratio of Indispensable Amino Acid in the Diets for Rats, J. Nutr., 62 : 278.

Swendseid, Harris & Tuttle, (1962). J. Nutr. 77 : 391.

Tank, G. & C. Starvick, (1960). Effect of Naturally Occuring Selenium and Vanadium on Dental Caries, J. Dental Res., 39 : 473.

Thompson, J., (1965). Pro. N: ɩr. Soc., 24 : 160.

Thomson, A. & W. Billez, (19 ·7). Brit. Med. J., 1 . 243.

Tiller, J., R. Schilling & J. M· rris, (1968). Brit. M· d. J., 4 : 407.

Tipton, I., H. Schroeda, H. Perry & M. Cook, (196·). Health Phys., 11 : 403.

Tucker & Eckstein, (1937). J. Biol. Chem., 121 : 479.

Tuttle, Swendseid, Mulcare, Griffith & Basset, (1957). Metabolism, 6 : 564.

Underwood, E. (1962). Trace Elements in Human and Animal Nutr., 2nd Ed. N.Y. Acad. Press.

Vilter, Glazer, Muelle, Jarrold, Sakuvai & Will, (1953). Lab. and Clin. Med., 42 : 959.

Vilter, R., J. Willis, T. Wright & D. Rullman, (1963). Interrelationship of vit. B_{12} Folic Acid and Ascorbic Acid in the Megaloblastic Anemias, Am. J. Clin. Nutr., 12 : 130.

Vivian, (1964). J. Nutr., 82 : 395.

Wagle, Melita & Jhonson,.(1957). Arch. Biochem., Biophys., 70 : 619.

Walker, A., (1950). Lancet, 2 : 244.

Walker, G. & M. Potgieter, (1956). Effect of Salt on Ascorbic Acid in Cabboge, JADA, 32 : 820.

Wallerstein, Harris & Gabuzds, (1952). Proc. Am. Fed. Clin. Res. Abs., 119.

Waterlow, J. & M. Stephens, (1957). Human Protein Rep. Conference, Sponsored by FAO / WHO, J. Macy Jr. Found. N.Y., p. 136.

Welch & Nichal, (1952). Ann. Rev. Biochem., 21 : 633.

Wertz, A., M. Derby, Y. Ruttenberg & G. French, (1959). Urinary Excretion of Amino Acid by the Same Women during and after Pregnancy, J. Nutr., 63 : 583.

Whedon, G., (1961). In Proc. of 6^{th} Inter. Cong. of Nutr., p. 425, ed. Mills and Passemore, Edinburgh, Linvingstone.

Whik, A., P. Handler & E. Smith, (1964). Principles of Biochemistry, McGrow-Hill Book Comp., N.Y.

Widdowson, E., (1965). Lancet, 2 : 1099.

Widdowson, E., R. McCane, G. Harrison & A. Sutton, (1963). Lancet, 2 : 1250.

WHO, (1956). What it is, What it Does, How it Works. Leaflet, Geneva.

Wilkins, Dewitt & Bronte-Stewart, (1962). Canad. J. Biochem. Phys., 40 : 1091.

William, R. & J. Ensinck, (1966). Secretion, Fate and Actions of Insulin and Related Products, Diabetes, 15 : 613.

Wilson, E., K. Fisher & M. Fuqua, (1950). Principles of Nutrition, John Wiley & Sons, N.Y.

Witten, P. & R. Holman, (1952). Polyethanoic Fatty Acid Metabolism, pt., 6, Effect of Pyridoxine on Essential Fatty Acid Conversion, Arch. Biochem Biophys., 4 : 266.

المراجع التى أضيفت للطبعة الثانية

أولاً : المراجع العربية

- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، (١٩٩٢). الكتاب السنوى للإحصاءات الزراعية للأعوام ٨٤ - ١٩٨٥.
- إيزيس نوار، سهير نور، منى بركات، (١٩٩٠). الغذاء والتغذية، قسم الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- إيزيس نوار، سهير نور، إيمان إسماعيل، (١٩٩٦). التغذية ونمط التفكير والتعلم لعينيتين من تلاميذ المرحلة الإعدادية بمدينتى الإسكندرية وجدة، مجلد مؤتمر الجديد فى الاقتصاد المنزلى ودوره مع الجمعيات الأهلية فى التنمية المتواصلة، جامعة الإسكندرية.
- إيزيس نوار، سهير نور، سمير حلمى، عواطف شاهين، (١٩٩٦). إعداد وتقييم أغذية خاصة بمرضى السكر غير المعتمدين على الإنسولين باستخدام ردة القمح ومسحوق الترمس، مجلد مؤتمر الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- إيزيس نوار، مديحة الطلباوى، نجوى غراب (١٩٩٦). برنامج تغذوى تربوى لتحقيق تكيف الطفل المتخلف عقليًا. وثائق المؤتمر السنوى للجمعية المصرية للطب والقانون، الإسكندرية.
- إيزيس نوار، تسبى محمد رشاد، (١٩٩٧). أساسيات الغذاء والتغذية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- إيزيس نوار، سهير نور، سهير محمد أحمد، حسن عبد الرؤوف، (١٩٩٩). أساسيات تغذية الإنسان، قسم الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- إيزيس نوار، (٢٠٠٢). آفاق الاقتصاد المنزلى ودوره فى تنمية المجتمع بالتعاون مع الجمعيات الأهلية، مجلد مؤتمر الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- تسبى محمد رشاد، إيزيس نوار، (٢٠٠٠). التقنين الغذائى وإدارة الوجبات، مطبعة نور بالإسكندرية.
- زهير أحمد السباعى، (١٩٩٥). طب المجتمع حالات دراسية. الدار العربية للنشر والتوزيع.

- سحر محمد البساطى، (٢٠٠٠). فاعلية بعض الأعشاب والنباتات الطبية شائعة الاستخدام فى تحكم مستوى جلوكوز الدم للفئران المصابة بمرض السكرى. رسالة دكتوراه. قسم الاقتصاد المنزلى،كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- سمير حلمى، (١٩٨٤). أمريض أنت بالسكر، شركة نوفو بكوبنهاجن ومكاتبها بالقاهرة والإسكندرية.
- سهير نور، منى بركات، إيزيس نوار، (١٩٩٠). الاقتصاد الأسرى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- صلاح مراد، (١٩٨٩). أنماط التفكير والتعلم لمعلمى المرحلة الابتدائية فى جمهورية مصر العربية ودولة الإمارات العربية، مجلد كلية التربية، جامعة المنصورة، العدد ١٢، الجزء الأول.
- صلاح منصور، (٢٠٠٠). الطب عند الإغريق فى مصادر الإغريق القديمة، الإسكندرية.
- عبد الوهاب كامل، (١٩٩١). علم النفس الفسيولوجى، مكتبة النهضة العربية، القاهرة.
- فؤاد قلادة، (١٩٩٣). تخطيط المناهج وبناء الإنسان، كلية التربية، جامعة طنطا.
- فؤاد قلادة، (٢٠٠٣). الإيقاع الحيوى ودوره فى التعليم والتعلم، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- مختار سالم، (١٩٨٧). أعشاب لكنها دواء، دار المريخ للنشر، الرياض.
- مدحت حسن خليل محمد، (١٩٩٧). الغدد الصماء، العين، دولة الإمارات العربية.
- منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، (١٩٩٢). النشرة الإحصائية.
- منظمة الصحة العالمية / منظمة الأغذية والزراعة، (١٩٩٧). دور الدهون والزيوت فى تغذية الإنسان، سلسلة دراسات الأغذية والتغذية رقم ٥٧ روما.
- منى بركات، إيزيس نوار، سهير نور، (١٩٩٢). التغذية وتقييم الوجبات، قسم الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.
- نجوى محمد غراب، (١٩٨٨). دراسة المشكلات الأسرية من الأطفال المتخلفين عقليًا بمدينة الإسكندرية، رسالة ماجستير - قسم الاقتصاد المنزلى، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.

- وفاء مسعود فرس، (٢٠٠٢). رسالة دكتوراه، قسم الاقتصاد المنزلي، كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية.

ثانيًا : المراجع الأجنبية :

Amer. Diet. Assoc., (1990). Position Statement Nutr. Recomm. for Ind. with Diabetes, Mellitus Diabetic Care, 13: 18: 25.

Amer. Diet. Assoc., (1998). Nutr. Recomm. and Principles for People with Diabetes, Mellitus Diabetic Care, 21 (1): 532 - 35.

Amer. Diet. Assoc., (1999). Diabetic Care, 22 (1) : 42 - 45.

Anderson GH., and Li ET, (1987). In. J. Obesity, 11, Supp. (3): 97-108.

Armstrong B., van Merwyk AJ., et al, (1977). Am. J. Epid., 105: 444-9.

Arrieta AC., Zaleska M., et al, (1992). J. Pediat., 121 (1): 75 - 8.

Ashley DV., (1986). Int. J. Vit. Nutr. Res. Supp., 29 (1) : 27 - 40.

Barnes J. and Barnes N. (1992), J. Cardio Pharma, 19 supp. (6): 563-71.

Bastick RM, Potter J.D, et al., (1993). Cancer Res., 15: 4230 - 7.

Bayne KC., Boucher BJ., et al, (1997). Diabetologia, 40 (3) : 344 - 7.

Bengoa J., Torun M., and Scrimshaw N., (1989). Food and Nutr. Bull., 11: 4 - 20, UNU.

Birt DF., Pinch.H.-J, et al, (1993). Cancer Res., 53 (1) : 27 - 31.

Brane J. and Brane N., (1992). J. Cardio Pharm., 19 sup. (6) : 563- 71.

Bray GA, York D., et al , (1989). Vitamins and Hormones, 45 : 1 - 125.

Boucher B.J., Mannan N., et al, (1995). Asian Dieb., 38: 1939-45.

Bourre J.M., François M., et al., (1989). J. Nutr., 119: 1880 - 92.

Brown A. and Pike C., (1975). Nutrition An Integrated Appr., McMillan Co., NY.

Brunner BM, Meyer TW, et al, (1982). N. Eng. J. Med., 307 (11): 652-9.

Byrne J., Baxter D. et al., (1991). Neural and Molecular Bases of Nonassoc. and Assoc. Sci., 627 : 124 - 49.

Cai J., Ren G., et al., (1994). Chief Ho TSA, Chih, 14(4) : 203 - 6.

Carlson SE, Cooke RJ, et al., (1992). Lipids, 27: 901 - 7.

Carper J., (1987). Total Nutr. Guide, Bantam Books, Toronto.

Carper, J., (2001). The Miracle Brain, Harper Collins Publ., NY.

Carroll KK., (1994). In Carroll and Krilchevsky (eds.) Nutr. and Disease Update, Cancer AOCS Press, Ill. USA.

Carroll KK., (1995). Cancer Res., 31: 3374 - 83.

Chan H., (1968). Brit. J. of Nutr., 20 : 474.

Chaney R., and Ross M., (1966). Nutrition, Houghton Mifflin Co., NY.

Clara B., Young B et al, (1984). The Low Fat Low Cholesterol Diet, In Nawa IA, Nour SF, and Barakat MD., 1990, Food and Nutrition, Alexandria University.

Crane PK., (1968). Digestion and Absorption of Carbohydrates, in Carbohydrate Metabolism and its Disorders, Acad. Press, NY.

Craviotti J., Declicardie E., et al., (1996). Pediatrics, 2 Supp. (1) 319 - 372.

Crawford MA, Doyle W, et al., (1989). J. of Inter. Med., 225 (1) 159-69.

Crawford MA., Costeloe K., et al., (1997). Am. J. Clin. Nutr., 66: 10325- 1041 S.

Coursin D., (1972). Nutrition and Brain Dev. in Infants, Merrill-Palmer Quarterly, 18(2) : 177 - 202.

Dalal BB., Chaterjee AK, et al, (1987). J. Vit. Nutr. Res., 57: 305 - 10.

Dawson H., Harris S., et al., (1997), Amer. J. Clin. Nutr., 65: 167 - 71.

Drake IM, Davies M.J., et al., (1996). Carcinogenesis, 17, 559 - 62.

Dumin, J., Womersley, J., (1974). Brit. J. Nutr., 32: 77 - 79.

Ehnholm C., Huttunen JK., et al., (1982). New Engl. J. Med., 307 (14): 850 - 5.

El Hendy H., Amed S., El Sawy and El Masry E., (1996). Proceed. Conf. Toward An Edu. Prod. Port Said.

El Hendy HA., Youssef, MI., and Abo El Naga, (2001). Toxicology, 167: 163-170.

Elie NY, and Shenour J., (1977). Prospectives, 7 (1) : 3 - 13.

Erasmus U., (1995). Fats That Heat, Fats That Kill, Alive Books, Burnaby, Canada.

Esminger AH, Esminger ME, et. al., (1995). The Concise Encyclo. of Foods and Nutrition, CRC Press London.

Galli C., and Socini A., (1983). Proc. of Amer. Oil, Chem. Soc. Conf., Chicago, 16: 278 - 301.

Gann P.,Hennekens CH,et al.,(1996).Cancer Epid. Biomaker Prev., 5(2): 121-6.

Gartner C., Stahl W., et al., (1997). Am. J. Clin. Nutr., 66: 116 - 22.

Gibson P., (1990). Principles of Nutr. Status, Oxf. Univ. Press, NY.

Gibson R., Vanderkooy P, et al., (1989). SCN. 49: 1266 - 70.

Giovanell G., Lavelli V , et al., (1999). J. Sci. Food Agric, 79: 1583-88.

Giovannucci E., Ascherio A., et al., (1995). J. Nalt. Cancer Inst., 87: 1767- 67.
Gomez F., Ramos E., et al., (1956). J. Trop. Red., 2: 77.
Gordon D.J. and Rifkind BM, (1989).New Eng. J. of Med., 321:1311-16.
Graafinans WC., Lips P., et al., (1997). J. Bone Miner Res., 12 (8) : 1241-5.
Grundy SM, and Denke SM., (1990). J. Lipid. Res., 31: 1148 - 72.
Gunnell, D.J., Frankel S.J., et al., (1998). Am. J. Clin. Nutr., 67: 1111-8.
Gyton AC., (1982). Human Physiology and Mechanisms of Diseases, Saunders WB. Co. Philadelphia.
Gyton AC., (1987). Human Physiology and Mechanisms of Diseases, Saunders WB. Co. Philadelphia.
Gyton A., and Hall J., (1996). Med. Physiology, Saunders Co. Philadelphia.
FAO / WHO, (1992). Nutr. and Dev. A Global Assess., FAO, Rome.
Ferro-Luzzi A., Strazzullo P., et al., (1984)., J. Clin. Nutr., 40 (5): 1027- 37.
Fischer SM., Leyton J., et al., (1992). Cancer Res., 52 (7): 2049 S - 545.
Fryburg DA., Mark R.J., et al., (1995). Yale J. Biol. Med., 68: 19-23.
Hansen BC, (1988). Diabet Care, 11 (2) 183 - 8.
Hansen H., (1994). Nutr. Rev., 50 : 162 - 7.
Hardin G., (1961). Biology Its Principles and Implications, Freeman Co. London, UK.
Harper AE., Mille RH, et al., (1984). Ann. Rev. Nutr., 4: 409 - 454.
Hasselmo M., (1995). Behavioral Brain Res., 67 (1) : 1 - 27.
Hatcher M., (1983). Whole Brain Learn, The School Adminis., 40(5):8-4.
Hayes CE, Cantoma MT., et al., (1997). Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 216: 21-7.
Hegsted DM., (1969). Health In the World, Nutrition Today, 4:1.
Himsworth Sir Harold, (1968). What Nutr. Really Means, Nutr. Today, 3: 18-20.
Hilakivi-Clarke L, Onojafe I, et al., (1996). Life Sci., 85: 1653-60.
Horrocbin DF., (1996). Sucell Biochem., 25: 109 - 115.
Houch and Barr., (1977). In Nour SF., Barakat. MO. and Nawar IA. (1990). Family Economics, Dept. Home Ec., Alex. Univ., In Arabic.
Howe GR., Hirohata T., et al., (1990). J. Natl. Cancer Inst., 82 (7) : 561 - 9.
Huang YS, Wainwright PE, et al., (1993). Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 204 (1) : 54 - 64.
Hull D. and Segall M., (1965). J. Physiology, 181 ; 458 - 467.
Hull D., (1966). Brit. Med. Bull., 22 : 92 - 6.

Hunter DJ., Manson JE., et al., (1993), N. Eng. J. Med., 329 : 234 - 40.
Jelliffe, D., (1966). The Assessement of the Nutritional Status of the Community, Mono. Ser. No. 53, WHO, Genva.
Johnson WR., (1985). Concentraiting on the Brain., The Sci. Teacher, 33-37.
Jonas WB, (1997). Nature Medicine, 3: 824 - 7.
Kalmijn S., Feskens M., et al., (1997). Amer. J. of Epidem., 145 (1): 33-41.
Katsuki H., (1996). Subcell Biochem., 25 : 298 - 311.
Key A., (1980). Nutr. Rev., 38: 279 - 307.
Key A., Menotti A., et al., (1986). Amer. J. Epid., 124(6) : 903 - 15.
Kinsella JE, Lanoue L., et al., (1995).
Kissebah A. and Schectman G., (1988). Diabet Care, 11 (2) : 129 - 42.
Knapp HR., (1990). Hypertension In Present Knowledge in Nutrition Brown (ed.).
Koletzko B., Thiel J., et al., (1992). The J. of Ped., 120 (4): S62-S70.
Krebs N., Hambidge K., et al., (1984). Am. J. Dis. Child., 138 : 270-73.
Kruglikov R., Orlova N., et al., (1991). Deiatelnosti Imeni Pavlov, 4(2): 359-63.
Kushi LH, Fee RM, et al., (1996). Am. J. Epid., 144(2): 165 - 74.
Lagseth, L., Oxidants, Antioxidants & Disease Prevention, Belgium International Life Science Institute.
Leaf A. and Weber PC., (1988). J. of Med., 318: 549 - 57.
Leathem J., (1968). Protein Nutr. and Free Amino Acids Patterns, Rutgers Univ. Press., N.J.
Lederberg J., (1968). Health in The Word of Tomorrow, Third PAHO / WHO, Sci. Publ. No. 175.
Lenton JK., Therriault H., et al., (1999). Carcinogenesis, 20: 607 - 13.
Louheranta AM, Turrepeinen AK., et al., (1999). Metabolism, 84: 870-5.
Li Et and Anderson, Life Sci. 34: 2453 - 60
Margettes BM, Beilin L.J., et al., (1986). Brit. J. Med., 293: 1468 - 71.
Markides M., Neumann M., et al., (1994). Am. J. Clin. Nutr., 60 : 189 - 194.
Mariotti F., Mahe S., et al., (2000). Am. J. Clin. Nutr., 72 (4) : 954 - 62.
Martinez ME., Giovanucci El., (1996). J. Natl. Cancer Inst., 88 (19) : 1375 - 82.
McGrcor M., Powell S., et al., (1991). Lancel, 335: 1-5.
Mensink RP., and Katan MB., (1900). Eu. J. Med., 323: 439 - 45.
Messer H., Armstrong WD., et al., (1973). J. Nutr., 103: 1319 - 62.
Monsen ER, Halberg M., et al., (1978). J. Am. Clin. Nutr., 31: 134 - 41.

Michael H. & F. Gorden, (1995). Specific Deficiencies Versus Growth Failure, SCN, Vol. 12, 10 -14.

Morgan BL., (1987). Nutrition Prescription, Grown Publ. Inc. NY.

Morrison G. and Hark L., (1996). Medicinal Nutr. and Disease, Blackwell Su. Inc., NY.

Morrow JD., Morre KP., et al., (1993). J. Lipid Mediators, 6: 416 - 20.

Murry BK, Granners DK., et al., (1993). Harper's Biochem., Biochem and Med., Appleton and Lang., California.

Muszbec L., and Laposata M., (1993). J. Biol. Res., 268 : 18243 - 8.

NAC, NRC., 1976.

Nat'n Acad. of Sci., 1100, (1964). Evaluation of Protein Quality, Washington DC.

Neuringer M., Anderson G.J., et al., (1988). Ann. Rev. of Nutr., 8: 517 - 41.

NIH Consen. Confer., (1993). J. Am. Med. Assoss., 269 : 505 - 10.

Nuttal FQ, (1993). Diabetes, 42: 503 - 8.

Oelzner P. Müller A., et al., (1998). Aheum. Arth. Caleif. Tissue. Int. 62 (3) : 193 - 8.

Olson RE., (1998). J. Nutr. 128 : 439S - 443 S.

Oshima S., Ojima F., et al., (1996). J. Agric. Food Chem., 44 : 33 - 61.

Pappalardo G., Maiani G., et al, (1997). Eur. J. Clin. Nutr., 51(10) 661-6.

Pellet, S., (1992). Food & Nutr. Bulletin, 17 : 212.

Peitzsch RM and McLaughlin S, (1993). Biochem. 32: 10436 - 43.

Peng Y., Tews JK., et al., (1972). Am. J. Physiol., 222: 314 - 21.

Peters JC., and Harper AE, (1982). Physiol. Behave. 27: 287 - 9.

Peters JC, Nemetz DJ et al., (1983). Nutr. Rev. Int., 27. 407 - 19.

Peters JC., and Harper AE, (1985). J. Nutr. 115: 382 - 98.

Petridou E., Koussuri N., et al., (1998). Brit. J. of Nutr., 79 : 407 - 12.

Pike RL., and Brown M., (1984). Nutr. An Integ. App., John Wiley and Sons, NY.

Prentice RL., and Sheppard L., (1990). Cancer Causes and Control, 1: 81- 97.

Pritchard RS, Baron JA., et al., (1996). Stockholm, Sweden Cancer Epidemiol. Biomakers Prev. 5(11) : 897 - 900.

UK. Prospective Diabetes Study Group, (1998). Lancet, 33 (352) : 837 - 53.

Raghavan S. and Mohav., (1999) J. Nutr. Dietet., 36: 193 - 7.

Ramakrishna T., (1999). Physiol. Res., 48(3) : 175 - 85.

Rao SV., Rao NN., et al., (1964). J. Nutr., 120: 52 - 63.
Rawls RL., (1978). Eng. News, 56(4) : 27 - 30.
Raygoda M., Cho E., et al., (1998). J. Nutr. 128: 2505 - 11.
Renand S., Morazain R., et al., (1986). Athero. 60(1): 37 - 48.
Riemers RA., Wood DA., et al., (1991). The Lancet, 337 : 1 - 5.
Ritcher G. and Segal M., (1993). Annal of NY Acad. Sci., 695: 254-7.
Ritchie J., (1967). Learning Better Nutrition, Geneva, 7 - 15.
Roebuck BD., (1992). Lipid, 27: 804 - 6.
Rothman KJ., Moore LL., et al., (1995). N. Eng. J. Med., 333: 1369 - 73.
Rouch C., Nicolaidis S., et al., (2001). Neurosci, 4(1): 63 - 73.
Sack FM., Stampfer MJ., et al., (1987). J.Am. College of Nutr., 6:179-85.
Scheig R., (1974). Disease of Lipid Metabolism, In Duncan's Disease and Rosenberg, Saunder's Co. Philadelphia.
Schoenthaler SJ., and Bier D., (2000). Med., 6: 7 - 17.
Schutzy Y., Tremblay A., et al., (1992). Am. J. of Clin. Nutr., 55: 670-74.
Schwarz K., and Malin DB, (1972). Bioinorg. Chem., 1: 355 - 62.
Schwauzer GN., (1978). Trace Elements Nutr. and Cancer. Prespec. of Preven. Inorganic and Nutr. Aspects of Cancer, Plenum Press, NY.
Scrimshaw N., (1968). Child Dev. and Family Life, 15(4): 375 - 88.
Seidell JC., and Flegal KM., (1992). Brit. Med. Bull., 53: 238 - 52.
Simopoulos, AP. and Robinson J., (1999). The Omega Diet., Harper Pers. Publ. NY.
Sinclair HM., (1948). The Assess. of Human Nutriture. In Nawar IA., Food and Nutrition, (1975), Dar El Matbouat El Gedida, Alexandria, in Arabic.
Spallholz, JE., (1989). Nutr. Chem. and Biol., Prentice Hall., NJ.
Stahl W., and Sies H., (1996)., Arch. Biochem. Biophys., 33, 6: 1 - 9.
Stecker T., and Sahgal A., (1995)., Behavioral Brain Res., 67(2): 165-99.
Story M., (1985). J. Am. Diet. Assoss., 86 : 517 - 520.
Stroev EA., (1989). Biochemistry, MIR., Publ. Moscow.
Tamatani M. Morimoto S., et al., (1998). Metabolism, 47(2): 195 - 9.
Taylor JA., Hirvonen A., et al., (1996). Cancer Res., 56(18) : 4108-10.
Torrance E., Taggart W., et al., (1948). Human Inform. Proc. Survey, Bensville, In Scholastic Testing Serv. : 27 - 29.
Trevathen N., (1990). The Brain, Bentam Book, NY.

The World Bank, (1985). World Development, 11.

Yokogshi H., Iwata T., et al., (1986). J. Nutr., 117 : 24 - 47.

Young LC., Brown CC., et al., (1990). Hum. Exp. Toxical., 9: 165 - 70.

Waterlaw, J., (1972). Classification and Definition of PEM, Brit. Med. J., iii, 566.

Waterlaw, J., (1988). Linear Growth Retardation in Less Developed Countries, Nutr. Workshop 14 NY, Rover Press, 7-10 Nestle.

Watson KE., Abrolat ML., et al., (1997). Circulation, 96(6): 1755 - 60.

Willet WC., Stampfer MJ., et al., (1990). New Engl. J. of Med., 323 (24)-72.

WHO, (1976). Methodology of Nutr. Surv. Report, Joint FAO/UN/CEF, WHO Exp. Comm. Tech. Rep. Ser. 593.

WHO, (1985). Energy and Protein Req. Rep. of A Joint FAO/WHO/UNU Cons. Tech. Rep. Ser. 724.

WHO, (1989). Expert Committe on Diabetes Milletus, 2[nd] Report, Geneva.

Wood DA., Butter S., et al., (1987). Lancet, 1: 117 - 83.

Wurtman RJ., (1987). Ann. NY. Acad. Sci., 49(3):179 - 90.

Zaha PF., Alfrey AC., (1997). Aluminium Toxicity in Infants Health and Disease, World Sci., NJ.

Zhang S., Tang G., et al., (1997). Am. J. Clin. Nutr., 66 (3) : 626 - 32.

الملاحق

ملحق (١) : العناصر الغذائية اليومية الموصى بها للحفاظ على صحة جيدة لجميع الأصحاء المعدّلة عام ١٩٨٩[١]

الفئة	العمر بالسنوات	الوزن بالكيلو غرام	الطول بالسنتيمتر	بروتين غرام	الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون: فيتامين A معادل الرتينول	فيتامين D ميكروغرام	فيتامين E مليغرام الفا توكوفيرول	فيتامين K ميكروغرام	الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء: فيتامين C مليغرام	فيتامين B_1 مليغرام	فيتامين B_2 مليغرام	نياسين B_3 مليغرام	فيتامين B_6 مليغرام	فولاسين ميكروغرام	فيتامين B_{12} ميكروغرام	العناصر المعدنية: كالسيوم مليغرام	فوسفور مليغرام	مغنيزيوم مليغرام	حديد مليغرام	زنك مليغرام	يود ميكروغرام	سلينيوم ميكروغرام
الرضع	حتى - ½	6	60	13	375	7.5	3	5	30	0.3	0.4	5	0.3	25	0.3	400	300	40	6	5	40	10
	½ - 1	9	71	14	375	10	4	10	35	0.4	0.5	6	0.6	35	0.5	600	500	60	10	5	50	15
أطفال	3 - 1	13	90	16	400	10	6	15	40	0.7	0.8	9	1.0	50	0.7	800	800	80	10	10	70	20
	6 - 4	20	112	24	500	10	7	20	45	0.9	1.1	12	1.1	75	1.0	800	800	120	10	10	90	20
	10 - 7	28	132	28	700	10	7	30	45	1.0	1.2	13	1.4	100	1.4	800	800	170	10	10	120	30
الذكور	14 - 11	45	157	45	1000	10	10	45	50	1.3	1.5	17	1.7	150	2.0	1200	1200	270	12	15	150	40
	18 - 15	66	176	59	1000	10	10	65	60	1.5	1.8	20	2.0	200	2.0	1200	1200	400	12	15	150	50
	24 - 19	72	177	58	1000	10	10	70	60	1.5	1.7	19	2.0	200	2.0	1200	1200	350	10	15	150	70
	50 - 25	79	176	63	1000	5	10	80	60	1.5	1.7	19	2.0	200	2.0	800	800	350	10	15	150	70
	اكبر من 50	77	173	63	1000	5	10	80	60	1.2	1.4	15	2.0	200	2.0	800	800	350	10	15	150	70
الإناث	14 - 11	46	157	46	800	10	8	45	50	1.1	1.3	15	1.4	150	2.0	1200	1200	280	15	12	150	45
	18 - 15	55	163	44	800	10	8	55	60	1.1	1.3	15	1.5	180	2.0	1200	1200	300	15	12	150	50
	24 - 19	58	164	46	800	10	8	60	60	1.1	1.3	15	1.6	180	2.0	1200	1200	280	15	12	150	55
	50 - 25	63	163	50	800	5	8	65	60	1.1	1.3	15	1.6	180	2.0	800	800	280	15	12	150	55
	اكبر من 50	65	160	50	800	5	8	65	60	1.0	1.2	13	1.6	180	2.0	800	800	280	10	12	150	55
الحوامل				60	800	10	10	65	70	1.5	1.6	17	2.2	400	2.2	1200	1200	300	30	15	175	60
المرضعات	الستة أشهر الاولى			65	1300	10	12	65	95	1.6	1.8	20	2.1	280	2.6	1200	1200	355	15	19	200	75
	الستة أشهر الثانية			62	1200	10	11	65	90	1.6	1.7	20	2.1	260	2.6	1200	1200	340	15	16	200	75

[١] Recommended Dietary Allowances 10th Edition (1989), Food and Nutrition Board, National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC

تابع جدول (1) الكميات الموصى بها من الفيتامينات (RDA ، ١٩٩٨)

الفئة	السن (سنة)	الفيتامينات الذائبة في الدهون A mg RE	D mcg	E mg	K mcg	الفيتامينات الذائبة في الماء B_1 mg	B_2 mg	B_3 mg	B_6 mg	فولاسين mcg	B_{12} mcg	C Mg	حمض البنتوثنك mg
رضع	٠٫٠-٠٫٥	٣٧٥	٧٫٥	٣	٥	٠٫٣	٠٫٤	٥	٠٫٣	٢٠	٠٫٣	٣٠	٢
	٠٫٥-١٫٠	٣٧٥	١٠	٤	١٠	٠٫٤	٠٫٥	٦	٠٫٦	٤٥	٠٫٥	٣٥	٣
أطفال	١-٣	٤٠٠	١٠	٦	١٥	٠٫٧	٠٫٨	٩	١٫٠	١٠٠	٠٫٧	٤٠	٣
	٤-٦	٥٠٠	١٠	٧	٢٠	٠٫٩	١٫١	١٢	١٫١	٢٠٠	١٫٥	٤٥	٤
	٧-١٠	٧٠٠	١٠	٧	٣٠	١٫٠	١٫٢	١٣	١٫٤	٣٠٠	٢٫٠	٤٥	٤
ذكور	١١-١٤	١٠٠٠	١٠	١٠	٤٥	١٫٣	١٫٥	١٧	١٫٧	٤٠٠	٢٫٤	٥٠	٥
	١٥-١٨	١٠٠٠	١٠	١٠	٦٥	١٫٥	١٫٨	٢٠	٢٫٠	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	١٩-٢٤	١٠٠٠	١٠	١٠	٧٠	١٫٥	١٫٧	١٩	٢٫٠	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	٢٥-٥٠	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠	١٫٥	١٫٧	١٩	٢٫٠	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	٥١+	١٠٠٠	٥	١٠	٨٠	١٫٢	١٫٤	١٥	٢٫٠	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
إناث	١١-١٤	٨٠٠	١٠	٨	٤٥	١٫١	١٫٣	١٥	١٫٤	٤٠٠	٢٫٠	٥٠	٥
	١٥-١٨	٨٠٠	١٠	٨	٥٥	١٫١	١٫٣	١٥	١٫٥	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	١٩-٢٤	٨٠٠	١٠	٨	٦٠	١٫١	١٫٣	١٥	١٫٦	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	٢٥-٥٠	٨٠٠	٥	٨	٦٥	١٫١	١٫٣	١٥	١٫٦	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
	٥١+	٨٠٠	٥	٨	٦٥	١٫٠	١٫٢	١٣	١٫٦	٤٠٠	٢٫٤	٦٠	٥
حوامل		٨٠٠	١٠	١٠	٦٥	١٫٥	١٫٦	١٧	٢٫٢	٦٠٠	٢٫٦	٧٠	٧
مرضعات		١٢٠٠	١٠	١٢	٦٥	١٫٦	١٫٨	٢٠	٢٫١	٥٠٠	٢٫٨	٩٥	٧

ملحق (٢) :

PERCENTAGE OF BODY FAT BASED ON FOUR SKINFOLD MEASUREMENTS *

Skinfolds (mm)	Males (age in years)				Females (age in years)			
	17–29	30–39	40–49	50+	16–29	30–39	40–49	50+
15	4.8	—	—	—	10.5	—	—	—
20	8.1	12.2	12.2	12.6	14.1	17.0	19.8	21.4
25	10.5	14.2	15.0	15.6	16.8	19.4	22.2	24.0
30	12.9	16.2	17.7	18.6	19.5	21.8	24.5	
35	14.7	17.7	19.6	20.8	21.5	23.7	26.4	
40	16.4	19.2	21.4	22.9	23.4	25.5	28.2	30.3
45	17.7	20.4	23.0	24.7	25.0	26.9	29.6	31.9
50	19.0	21.5	24.6	26.5	26.5	28.2	31.0	33.4
55	20.1	22.5	25.9	27.9	27.8	29.4	32.1	34.6
60	21.2	23.5	27.1	29.2	29.1	30.6	33.2	35.7
65	22.2	24.3	28.2	30.4	30.2	31.6	34.1	36.7
70	23.1	25.1	29.3	31.6	31.2	32.5	35.0	37.7
75	24.0	25.9	30.3	32.7	32.2	33.4	35.9	38.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8	33.1	34.3	36.7	39.6
85	25.5	27.2	32.1	34.8	34.0	35.1	37.5	40.4
90	26.2	27.8	33.0	35.8	34.8	35.8	38.3	41.2
95	26.9	28.4	33.7	36.6	35.6	36.5	39.0	41.9
100	27.6	29.0	34.4	37.4	36.4	37.2	39.7	42.6
105	28.2	29.6	35.1	38.2	37.1	37.9	40.4	43.3
110	28.8	30.1	35.8	39.0	37.8	38.6	41.0	43.9
115	29.4	30.6	36.4	39.7	38.4	39.1	41.5	44.5
120	30.0	31.1	37.0	40.4	39.0	39.6	42.0	45.1
125	30.5	31.5	37.6	41.1	39.6	40.1	42.5	45.7
130	31.0	31.9	38.2	41.8	40.2	40.6	43.0	46.2
135	31.5	32.3	38.7	42.4	40.8	41.1	43.5	46.7
140	32.0	32.7	39.2	43.0	41.3	41.6	44.0	47.2
145	32.5	33.1	39.7	43.6	41.8	42.1	44.5	47.7
150	32.9	33.5	40.2	44.1	42.3	42.6	45.0	48.2
155	33.3	33.9	40.7	44.6	42.8	43.1	45.4	48.7
160	33.7	34.3	41.2	45.1	43.3	43.6	45.8	49.2
165	34.1	34.6	41.6	45.6	43.7	44.0	46.2	49.6
170	34.5	34.8	42.0	46.1	44.1	44.4	46.6	50.0
175	34.9	—	—	—	—	44.8	47.0	50.4
180	35.3	—	—	—	—	45.2	47.4	50.8
185	35.6	—	—	—	—	45.6	47.8	51.2
190	35.9	—	—	—	—	45.9	48.2	51.6
195	—	—	—	—	—	46.2	48.5	52.0
200	—	—	—	—	—	46.5	48.8	52.4
205	—	—	—	—	—	—	49.1	52.7
210	—	—	—	—	—	—	49.4	53.0

*Measurements made on the right side of the body, using biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds.
From Durnin, J. V. G. A., and Wormersley, J.: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness asurements on 481 men and women aged from 16–72 years. Br. J. Nutr., *32* 77, 1974.

ملحق (٣) متوسط الطول والوزن للأطفال حتى ٦ سنوات(*)

السن	الذكور		الإناث	
	متوسط الطول سم	متوسط الوزن كجم	متوسط الطول سم	متوسط الوزن كجم
صفر ـ ١ شهر	٥١ر٢	٣ر٢	٥١ر٤	٣
١ ـ ٢ ..	٥٦ر٩	٤ر٤	٥٥ر٨	٤ر٢
٢ ـ ٣ ..	٥٩ر٦	٥ر٣	٥٧ر٧	٤ر٨
٣ ـ ٤ ..	٦١ر٩	٦ر١	٥٩ر٩	٥ر٢
٤ ـ ٥ ..	٦٤ر٢	٦ر٤	٦٢ر٨	٦ر١
٥ ـ ٦ ..	٦٥ر٩	٦ر٩	٦٥ر٣	٦ر٨
٦ ـ ٧ ..	٦٧ر٥	٧ر٥	٦٧ر٠	٧ر٢
٨ ـ ٩ ..	٦٨ر٧	٧ر٨	٦٨ر٢	٨ر١
٩ ـ ١٠ ..	٧٠ر٦	٨ر٥	٦٩ر٦	٨ر٥
١٠ ـ ١١ ..	٧١ر١	٨ر٦	٧٠ر٩	٨ر٨
١١ ـ ١٢ ..	٧٤ر٠	٩ر٤	٧٢ر٥	٩ر٤
١½ سنة	٧٤ر٩	٩ر٦	٧٣ر٣	٩ر٣
٢ ..	٨٣ر٢	١١ر٧	٨٢ر٣	١٠ر٨
٣ ..	٨٨	١٢ر٨	٨٧ر٢	١٢ر٢
٤ ..	٩٧	١٥ر٠	٩٦ر٣	١٤ر٣
٥ ..	١٠٠	١٧ر٠	١٠٣ر٨	١٦ر٥
٦ ..	١١٠ر٧	١٨ر٨	١١٠ر٧	١٨ر٣
	١١٦ر٨	٢٠ر٦	١١٧ر٢	٢٠ر١

(*) إيزيس نوار وتسي رشاد (١٩٩٧).

تابع ملحق رقم (٣) الأوزان المثالية للرجال بالنسبة لأطوالهم

الطول بالسنتيمتر	الوزن بالكيلو جرام	الطول بالسنتيمتر	الوزن بالكيلوجرام
١٤٥	٥١ر٩ - ٥٤ر٤	١٦٧	٦٤ر٦ - ٦٧ر٨
١٤٦	٥٢ر٤ - ٥٥ر٠	١٦٨	٦٥ر٢ - ٦٨ر٤
١٤٧	٥٢ر٩ - ٥٥ر٥	١٦٩	٦٥ر٩ - ٦٩ر١
١٤٨	٥٣ر٥ - ٥٦ر١	١٧٠	٦٦ر٦ - ٦٩ر٩
١٤٩	٥٤ر٠ - ٥٦ر٧	١٧١	٦٧ر٣ - ٧٠ر٦
١٥٠	٥٤ر٥ - ٥٧ر٢	١٧٢	٦٨ر٠ - ٧١ر٣
١٥١	٥٥ر٠ - ٥٧ر٧	١٧٣	٦٨ر٧ - ٧٢ر١
١٥٢	٥٥ر٦ - ٥٨ر٣	١٧٤	٦٩ر٤ - ٧٢ر٨
١٥٣	٥٦ر١ - ٥٨ر٩	١٧٥	٧٠ر١ - ٧٣ر٦
١٥٤	٥٦ر٦ - ٥٩ر٤	١٧٦	٧٠ر٨ - ٧٤ر٣
١٥٥	٥٧ر٢ - ٦٠ر٠	١٧٧	٧١ر٦ - ٧٥ر١
١٥٦	٥٧ر٩ - ٦٠ر٧	١٧٨	٧٢ر٤ - ٧٦ر٠
١٥٧	٥٨ر٦ - ٦١ر٥	١٧٩	٧٣ر٣ - ٧٦ر٩
١٥٨	٥٩ر٣ - ٦٢ر٢	١٨٠	٧٤ر٢ - ٧٧ر٩
١٥٩	٥٩ر٩ - ٦٢ر٨	١٨١	٧٥ر٠ - ٧٨ر٧
١٦٠	٦٠ر٥ - ٦٣ر٥	١٨٢	٧٥ر٨ - ٧٩ر٥
١٦١	٦١ر١ - ٦٤ر١	١٨٣	٧٦ر٥ - ٨٠ر٣
١٦٢	٦١ر٧ - ٦٤ر٧	١٨٤	٧٧ر٢ - ٨١ر١
١٦٣	٦٢ر٣ - ٦٥ر٤	١٨٥	٧٨ر١ - ٨١ر٩
١٦٤	٦٢ر٩ - ٦٦ر٠	١٨٦	٧٨ر٩ - ٨٢ر٨
١٦٥	٦٣ر٥ - ٦٦ر٦		
١٦٦	٦٤ر٠ - ٦٧ر١		

تابع ملحق (٣) الأوزان المثالية للإناث بالنسبة لأطوالهن

الطول بالسنتيمتر	الوزن بالكيلو جرام	الطول بالسنتيمتر	الوزن بالكيلوجرام
١٤٠	٤٤ر٩ ـ ٤٧ر١	١٥٥	٥٣ر١ ـ ٥٥ر٧
١٤١	٤٥ر٤ ـ ٤٧ر٦	١٥٦	٥٣ر٧ ـ ٥٦ر٣
١٤٢	٤٥ر٩ ـ ٤٨ر١	١٥٧	٥٤ر٣ ـ ٥٧ر٠
١٤٣	٤٦ر٤ ـ ٤٨ر٧	١٥٨	٥٤ر٩ ـ ٥٧ر٦
١٤٤	٤٧ر٠ ـ ٤٩ر٣	١٥٩	٥٥ر٥ ـ ٥٨ر٢
١٤٥	٤٧ر٥ ـ ٤٩ر٨	١٦٠	٥٦ر٢ ـ ٥٩ر٠
١٤٦	٤٨ر٠ ـ ٥٠ر٣	١٦١	٥٦ر٩ ـ ٥٩ر٧
١٤٧	٤٨ر٦ ـ ٥١ر٠	١٦٢	٥٧ر٦ ـ ٦٠ر٤
١٤٨	٤٩ ـ ٥١ر٦	١٦٣	٥٨ر٣ ـ ٦١ر٢
١٤٩	٤٩ر٨ ـ ٥٢ر٢	١٦٤	٥٨ر٩ ـ ٦١ر٨
١٥٠	٥٠ر٤ ـ ٥٢ر٩	١٦٥	٥٩ر٥ ـ ٦٢ر٤
١٥١	٥١ر٠ ـ ٥٣ر٥	١٦٦	٦٠ر١ ـ ٦٣ر١
١٥٢	٥١ر٥ ـ ٥٤ر٠	١٦٧	٦٠ر٧ ـ ٦٣ر٧
١٥٣	٥٢ر٠ ـ ٥٤ر٥	١٦٨	٦١ر٤ ـ ٦٤ر٤
١٥٤	٥٢ر٥ ـ ٥٥ر١	١٦٩	٦٢ر١ ـ ٦٥ر١

تابع ملحق (٣) الأوضاع المثينية للأوزان للذكور حسب العمر(*)

Age (yrs)	Percentiles for Weight (kg) 5	10	25	50	75	90	95
				Male children			
0.0–0.5	4.4	4.8	6.2	7.2	8.2	9.7	10.9
0.5–1.0	7.6	7.8	8.7	9.9	10.6	11.8	12.3
1.0–1.5	8.5	9.3	9.6	10.3	11.3	12.6	13.5
1.5–2.0	10.6	11.0	11.6	12.2	13.2	13.9	15.1
2.0–2.5	11.0	11.3	11.9	12.7	13.2	14.0	14.2
3	12.8	13.2	13.8	14.5	15.8	17.0	17.8
4	13.5	14.4	15.2	16.8	18.2	19.7	22.5
5	14.9	15.2	17.2	18.5	21.1	22.9	23.8
6	17.1	17.5	18.7	20.2	22.5	24.5	25.3
7	18.5	18.8	20.7	21.9	24.4	26.0	27.3
8	20.4	21.4	23.3	24.9	27.5	32.5	35.8
9	19.1	19.8	23.8	28.3	35.5	39.8	43.0
10	25.6	26.4	27.3	30.4	33.3	39.5	44.9
11	27.2	27.6	30.4	33.0	38.0	45.1	45.1
12	29.7	31.2	33.0	37.6	44.2	51.1	54.8
13	32.1	33.0	36.9	43.8	49.5	53.8	58.6
14	34.7	37.4	42.4	46.2	54.8	58.7	63.2
15	41.2	42.9	48.9	54.7	58.8	63.4	67.5
16	43.9	48.4	51.6	59.2	69.0	81.2	81.2
17	46.5	49.6	56.2	60.6	74.8	80.9	82.2
18	48.3	48.3	58.0	62.4	69.0	77.6	80.1
19	53.5	56.0	59.6	69.3	75.6	78.8	97.5
				Male adults			
20–29	56.2	57.7	62.0	71.5	78.7	91.9	102.1
30–39	54.0	59.8	65.4	74.6	81.6	88.8	96.6
40–49	57.3	60.4	67.3	74.4	83.3	90.3	92.3
50–59	55.3	59.0	65.1	74.2	82.2	88.0	93.8
60–69	49.7	57.9	63.6	72.5	82.1	88.1	92.1
70+	52.4	56.6	60.6	68.7	77.6	84.7	89.1

* Gibson, 1990.

تابع ملحق (٣) الأوضاع المئينية للأوزان للإناث حسب العمر(*)

Age (yrs)	Percentiles for Stature (cm) 5	10	25	50	75	90	95
				Female children			
0.0–0.5	52.5	56.0	60.1	62.0	63.5	65.5	67.5
0.5–1.0	65.4	67.0	69.5	73.0	75.0	78.3	78.3
1.0–1.5	71.5	74.1	76.6	78.6	79.9	82.8	86.2
1.5–2.0	70.7	75.7	81.3	83.4	86.5	86.6	87.1
2.0–2.5	81.4	81.8	83.5	87.7	88.4	91.2	92.7
3	84.7	86.0	90.1	94.0	96.5	99.7	100.7
4	94.5	95.6	99.7	102.3	104.5	106.8	108.3
5	101.4	102.5	103.0	105.5	111.2	114.1	117.6
6	104.5	107.7	111.4	114.4	116.3	118.7	119.9
7	104.6	108.0	113.3	116.0	121.3	125.3	126.6
8	114.2	117.3	120.7	125.6	128.8	134.4	136.4
9	120.0	122.9	127.5	130.3	132.6	136.0	140.9
10	129.3	130.6	133.9	137.6	141.7	142.7	146.5
11	130.0	132.4	139.2	142.9	148.2	151.2	153.5
12	135.5	137.3	141.3	145.5	153.9	158.6	161.8
13	145.1	146.4	151.1	154.4	160.4	163.7	166.7
14	147.4	148.2	152.3	157.1	160.5	165.3	168.2
15	150.9	154.2	154.9	158.8	161.0	165.7	167.7
16	149.7	152.5	155.9	160.5	164.4	169.2	171.2
17	153.2	153.3	156.0	159.9	162.9	164.9	166.9
18	146.0	153.2	157.1	159.8	165.6	167.4	167.5
19	149.0	155.0	156.3	160.7	163.0	163.9	167.9
				Female adults			
20–29	150.9	153.0	157.1	160.3	165.4	169.2	170.9
30–39	149.2	150.9	155.5	160.4	164.5	167.7	170.2
40–49	149.6	151.9	154.8	159.1	163.8	168.7	169.5
50–59	148.6	150.0	155.3	159.1	163.9	167.8	171.9
60–69	147.3	149.4	152.9	156.0	160.9	165.4	166.7
70+	144.0	146.3	149.9	155.2	158.7	162.5	164.1

(*) Gebson, 1990.

تابع ملحق (٣) الأوزان المثالية بالنسبة للأطوال للأفراد من الجنسين(*)

	'Ideal' Weights (kg) for Females			'Ideal' Weights (kg) for Males		
Height (cm)	Small Frame	Medium Frame	Large Frame	Small Frame	Medium Frame	Large Frame
148	46.4–50.6	49.6–55.1	53.7–59.8			
149	46.6–51.0	50.0–55.5	54.1–60.3			
150	46.7–51.3	50.3–55.9	54.4–60.9			
151	46.9–51.7	50.7–56.4	54.8–61.4			
152	47.1–52.1	51.1–57.0	55.2–61.9			
153	47.4–52.5	51.5–57.5	55.6–62.4			
154	47.8–53.0	51.9–58.0	56.2–6[illegible]			
155	48.1–53.6	52.2–58.6	56.8–6[illegible]			
156	48.5–54.1	52.7–59.1	57.3–64.1			
157	48.8–54.6	53.2–59.6	57.8–64.6			
158	49.3–55.2	53.8–60.2	58.4–65.3	58.3–61.0	59.6–64.2	62.8–68.3
159	49.8–55.7	54.3–60.7	58.9–66.0	58.6–61.3	59.9–64.5	63.1–68.8
160	50.3–56.2	54.9–61.2	59.4–66.7	59.0–61.7	60.3–64.9	63.5–69.4
161	50.8–56.7	55.4–61.7	59.9–67.4	59.3–62.0	60.6–65.2	63.8–69.9
162	51.4–57.3	55.9–62.3	60.5–68.1	59.7–62.4	61.0–65.6	64.2–70.5
163	51.9–57.8	56.4–62.8	61.0–68.8	60.0–62.7	61.3–66.0	64.5–71.1
164	52.5–58.4	57.0–63.4	61.5–69.5	60.4–63.1	61.7–66.5	64.9–71.8
165	53.0–58.9	57.5–63.9	62.0–70.2	60.8–63.5	62.1–67.0	65.3–72.5
166	53.6–59.5	58.1–64.5	62.6–70.9	61.1–63.8	62.4–67.6	65.6–73.2
167	54.1–60.0	58.7–65.0	63.2–71.7	61.5–64.2	62.8–68.2	66.0–74.0
168	54.6–60.5	59.2–65.5	63.7–72.4	61.8–64.6	63.2–68.7	66.4–74.7
169	55.2–61.1	59.7–66.1	64.3–73.1	62.2–65.2	63.8–69.3	67.0–75.4
170	55.7–61.6	60.2–66.6	64.8–73.8	62.5–65.7	64.3–69.8	67.5–76.1
171	56.2–62.1	60.7–67.1	65.3–74.5	62.9–66.2	64.8–70.3	68.0–76.8
172	56.8–62.6	61.3–67.6	65.8–75.2	63.2–66.7	65.4–70.8	68.5–77.5
173	57.3–63.2	61.8–68.2	66.4–75.9	63.6–67.3	65.9–71.4	69.1–78.2
174	57.8–63.7	62.3–68.7	66.9–76.4	63.9–67.8	66.4–71.9	69.6–78.9
175	58.3–64.2	62.8–69.2	67.4–76.9	64.3–68.3	65.9–72.4	70.1–79.6
176	58.9–64.8	63.4–69.8	68.0–77.5	64.7–68.9	67.5–73.0	70.7–80.3
177	59.5–65.4	64.0–70.4	68.5–78.1	65.0–69.5	68.1–73.5	71.3–81.0
178	60.0–65.9	64.5–70.9	69.0–78.6	65.4–70.0	68.6–74.0	71.8–81.8
179	60.5–66.4	65.1–71.4	69.6–79.1	65.7–70.5	69.2–74.6	72.3–82.5
180	61.0–66.9	65.6–71.9	70.1–79.6	66.1–71.0	69.7–75.1	72.8–83.3
181	61.6–67.5	66.1–72.5	70.7–80.2	66.6–71.6	70.2–75.8	73.4–84.0
182	62.1–68.0	66.6–73.0	71.2–80.7	67.1–72.1	70.7–76.5	73.9–84.7
183				67.7–72.7	71.3–77.2	74.5–85.4
184				68.2–73.4	71.8–77.9	75.2–86.1
185				68.7–74.1	72.4–78.6	75.9–86.8
186				69.2–74.8	73.0–79.3	76.6–87.6
187				69.8–75.5	73.7–80.0	77.3–88.5
188				70.3–76.2	74.4–80.7	78.0–89.4
189				70.9–76.9	74.9–81.5	78.7–90.3
190				71.[illegible]–77.6	75.4–82.2	79.4–91.2
191				72.1–78.4	76.1–83.0	80.3–92.1
192				72.9–79.1	76.8–83.9	81.2–93.0
193				73.5–79.8	77.6–84.8	82.1–93.9

(*) Gebson, 1990.

ملحق (٤) : محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١- الحبوب ومنتجاتها

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
1. Cereals and cereal products.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Barley	Hordeum Vulgare	10101	0	9.9	8.8	1.6	2.2	7.0	77.5	360	0	0.25	0.08	0
2	Rice	Oryza Sativa	10102	0	11.2	7.4	0.6	0.7	0.5	80.1	355	0	0.06	0.04	0
3	Sorghum	Sorghum Vulgare	10103	0	10.5	8.8	3.6	1.8	2.2	75.3	369	0	0.18	0.05	0
4	Wheat	Triticum Vulgare	10104	0	12.4	11.8	1.8	1.9	2.4	72.1	352	284	0.61	0.12	0
5	Wheat Parboiled		10105	0	11.8	12.5	2.3	1.5	1.0	71.9	358	-	0.16	0.04	0
6	Rubbed Wheat		10106	0	10.8	11.6	1.7	1.4	2.1	74.5	360	-	0.57	0.12	0
7	Wheat flour 72%		10107	0	11.4	10.2	1.3	0.5	0.4	76.6	359	0	0.07	0.05	0
8	Macroni		10108	0	9.8	11.7	1.1	1.3	0.5	76.1	361	0	0.06	0.06	0
9	Balady Bread		10109	0	35.8	8.5	2.1	1.4	0.4	52.2	262	-	0.27	0.75	0
10	French Bread		10110	0	31.4	8.7	1.2	1.6	0.3	57.1	274	-	0.10	0.08	-
11	White Bread		10111	0	31.4	8.2	1.3	1.8	0.4	57.3	274	-	0.10	0.05	-
12	Cookies		10112	0	24.0	9.6	10.5	0.7	0.2	55.2	354	-	0.10	0.11	-
13	Cakes		10113	0	23.9	8.4	8.8	0.9	0.3	58.0	344	-	0.09	0.12	-

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٢- بقـول

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
2. Legumes

No.	Common Name	Scientific Name	Code No	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbohydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Broad Beans, Dry	Vicia Faba	10201	0	10.3	24.1	1.5	3.2	6.9	60.9	344	30	0.48	0.28	5
2	Broad Beans, Fresh	Vicia Faba	10202	70	77.3	5.7	0.4	1.0	2.4	15.6	87	115	0.22	0.15	27
3	Broad Beans, Dry, Crushed	Vicia Faba	10203	0	10.4	25.9	2.0	2.7	2.8	59.0	347	42	0.41	0.13	2
4	Germinated Broad Beans	Vicia Faba arietinum	10204	10	61.0	10.4	0.7	1.2	2.9	26.7	151	12	0.20	0.12	2
5	Beans, French Common	Phaseolus Vulgaris	10205	0	10.8	22.1	1.4	3.5	4.2	62.2	342	0	0.58	0.16	2
6	Chick pea	Cicer arietinum	10206	0	11.0	22.6	4.2	2.7	2.9	59.5	356	42	0.26	0.11	2
7	Chickpea	Cicer arietnum	10207	10	8.6	17.3	4.2	3.3	5.3	66.6	366	35	0.41	0.29	2
8	Chickpea	Cicer arietnum	10208	0	10.5	19.6	5.4	3.1	3.4	61.4	363	66	0.31	0.24	2
9	Cowpea	Vigna Sinensis	10209	0	11.3	23.0	1.2	3.1	4.7	61.4	340	10	0.48	0.21	2
10	Fenugreek seeds	Trigonella Foenugraecum	10210	0	9.4	25.6	5.7	3.5	6.5	55.7	364	437	0.27	0.52	0
11	Lentils	Lens esculenta	10211	0	10.0	22.4	1.1	2.7	3.8	63.8	347	55	0.40	0.22	0
12	Lentils, peeled	Lens esculenta	10212	0	11.5	22.9	0.7	2.3	2.1	62.6	340	86	0.41	0.18	0
13	Peas garden	Pisum sativum	10213	0	10.0	22.1	1.9	3.4	6.8	62.6	347	115	0.94	0.55	T

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٣- الجذور والدرنات النشوية

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
3. Starchy roots and tubers.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Colcasia tuber	Colocasia esculenta	10301	15	81.7	2.2	0.2	1.1	0.7	14.8	70	35	0.07	0.06	6
2	Potato, White	Solanum tubersoum	10302	15	80.5	1.6	0.1	0.8	0.6	17.0	75	0	0.09	0.04	18
3	Sweet potato	Ipomoea Batatas	10303	18	73.5	1.8	0.3	1.3	1.2	23.1	102	160	0.11	0.04	24

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٤– الخضراوات .

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion,

4. Vegetables

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Artichokes	Cynara Scolymus	10401	52	85.8	3.5	0.2	1.1	2.0	9.4	53	150	0.07	0.06	11
2	Beet Root	Beta Vulgaris	10402	12	86.8	1.5	0.1	1.0	1.1	10.6	49	15	0.02	0.05	8
3	Cabbage, Common	Varicapitata	10403	25	91.6	1.3	0.2	0.7	1.2	6.2	32	32	0.07	0.06	48
4	Cauliflower	Brassica oleracea var. botrytis	10404	28	91.5	2.3	0.3	0.8	1.0	5.1	32	12	0.05	0.06	67
5	Carrots	Caucus Carota	10405	5	89.4	1.2	0.2	0.8	1.0	8.4	40	1025	0.06	0.04	8
6	Celery	Apium gravealeus var. dulce	10406	33	85.2	0.9	0.2	1.3	0.7	12.4	55	185	0.04	0.05	7
7	Chard swiss	Beta vulgaris var. cicla	10407	17	91.2	2.3	0.4	1.2	0.9	4.9	32	6200	0.05	0.14	18
8	Coriander	Coriandrum Sativum	10408	12	88.5	3.7	0.6	2.0	1.7	5.2	41	1550	0.13	0.31	92
9	Cucumber:	Cucumis Sativus	10409	25	95.0	0.7	0.1	0.5	0.6	3.7	19	280	0.04	0.05	9
10	Cucumber	Cucumis Elongatus	10410	22	95.4	0.4	0.1	0.5	0.2	3.6	17	240	0.04	0.04	8
11	Egg plant	Solanum melongena	10411	17	92.1	1.5	0.2	0.6	1.0	5.6	30	22	0.03	0.04	5
12	Egg plant	Solanum melongena	10412	14	90.4	.8	0.2	0.8	1.4	6.8	36	25	0.04	0.04	6
13	Egg plant	Solanum melongena	10413	15	91.0	.8	0.1	0.9	1.4	6.2	33	20	0.03	0.03	6
14	Fenugreek, Green	Trigonella Foenugraecum	10414	30	86.6	.5	0.5	1.5	1.4	7.9	57	2300	0.12	0.25	60

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الخضراوات

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

4. Vegetables Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
29	Onions	Allium cepa	10429	8	83.9	1.2	0.2	0.7	0.7	14.0	63	30	0.03	0.04	7
30	Parsley Curly	Petroselinum Crispum	10430	45	84.6	3.3	0.4	2.2	1.3	9.5	55	4200	0.15	0.32	156
31	Pumpkin	Cucurbita mochata Duch	10431	42	91.8	1.0	0.1	0.8	1.1	6.3	30	950	0.04	0.06	7
32	Radish, White	Raphonus Sativus	10432	28	91.6	1.4	0.1	0.9	1.0	6.0	31	9	0.02	0.04	30
33	Radish, Oriental	Sativus var. Longinnatus	10433	20	94.0	1.2	0.1	0.7	0.8	4.0	22	12	0.03	0.04	24
34	Spinach	Spinacia Olerocea	10434	20	92.4	2.0	0.3	1.7	0.7	3.6	25	3600	0.10	0.19	55
35	Squash	Cucurbita pepo	10435	10	92.8	1.3	0.2	0.7	0.4	5.0	27	165	0.04	0.09	25
36	Tomatoes	Lycopersicum esculentum	10436	3	94.3	1.1	0.3	0.6	0.6	3.8	22	680	0.05	0.05	21
37	Turnip	Brassica campestris var. Rapea	10437	23	91.8	1.2	0.2	0.9	0.7	5.9	30	-	0.06	0.06	30
38	Watercress	Nasturtium Officinale	10438	10	88.9	2.9	0.6	2.0	1.2	5.6	39	2000	0.12	0.38	34

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل
تابع الخضراوات

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
4. Vegetables Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
15	Garden Rocket	Eruca Sativa	10415	35	89.9	2.5	0.5	1.7	1.0	5.4	36	1200	0.14	0.21	140
16	Garlic Bulbs	Allium Sativum	10416	5	62.3	5.6	0.3	1.5	1.2	30.3	146	-	0.22	0.07	5
17	Green Pepper Sweet	Capsicum Annaum	10417	22	92.2	1.3	0.3	0.6	1.5	5.6	30	300	0.04	0.06	90
18	Jew's Mallow	Corchorus Olitorius	10418	70	83.9	5.0	1.0	2.3	1.5	7.8	60	4050	0.50	0.32	80
19	Jew's Mallow dried	Corchorus Olitorius	10419	0	1.3	28.0	5.7	12.9	8.4	52.1	372	10,680	1.80	0.90	10
20	Leeks, bulbs	Allium Kurrat	10420	65	93.9	1.8	0.3	1.1	0.9	2.9	22	530	0.04	0.11	29
21	Lettuce	Lactuca Sative Var. Longifolia	10421	46	95.4	1.1	0.2	0.8	0.7	2.5	16	1050	0.05	0.07	10
22	Mallow	Malva Parviflora	10422	37	83.3	5.0	0.6	2.3	1.3	8.8	61	6500	0.12	0.16	34
23	Mint	Mentha spp.	10423	53	84.6	3.7	1.2	2.8	1.8	7.7	56	1300	0.09	0.22	26
24	Okra (Fresh)	Hibiscus Esculentus	10424	20	86.5	2.0	0.2	1.0	1.0	10.3	51	280	0.10	0.12	20
25	Okra (Dry)	Hibiscus Esculentus	10425	0	3.4	14.6	1.2	7.1	10.5	73.7	364	1500	0.51	0.60	0
26	Olive Green	Olea Europaea	10426	20	72.6	1.7	18.6	3.2	1.4	3.9	190	25	0.02	0.01	0
27	Olive Black	Olea Europaea	10427	20	72.0	1.9	22.1	2.7	1.4	1.3	212	8	0.02	9.01	0
28	Onions, Green	Allium Cepa	10428	46	86.6	1.3	0.2	0.5	0.9	11.4	53	46	0.03	0.05	11

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
5. Meat and Poultry Products

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٥- اللحوم والدواجن

No.	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Beef	10501	0	67.4	19.5	11.9	1.1	0	0	[illegible]	12	0.07	0.11	0
2	Brain	10502	0	79.3	10.4	8.5	1.2	0	0.6	121	500	0.18	0.24	12
3	Buffalo	10503	0	68.8	18.8	11.5	0.9	0	0	179	-	0.21	0.35	0
4	Camel	10504	0	58.9	19.6	20.3	1.2	0	0	261	45	0.38	0.76	0
5	Canned, Corned Beef	10505	0	60.0	24.8	11.8	1.5	0	1.9	213	0	0.02	0.18	0
6	Chicken	10506	0	71.6	19.6	7.8	1.0	0	0	149	22	0.13	0.18	3
7	Dried Meat	10507	0	45.6	28.6	5.8	8.7	1.6	10.3	208	75	0.15	0.27	0
8	Duck	10508	0	55.2	15.4	28.2	1.2	0	0	315	-	0.08	0.25	0
9	Goat	10509	0	70.3	18.4	10.2	1.1	0	0	258	-	0.18	0.26	0
10	Goose	10510	0	50.7	16.8	31.3	1.2	0	0	349	-	0.08	0.25	-
11	Heart	10511	0	76.5	16.5	4.3	1.0	0	1.7	112	18	0.32	0.92	5
12	Kidneys	10512	0	75.9	16.5	5.8	1.0	0	0.8	121	880	0.22	1.8	10
13	Lamb	10513	0	58.0	16.5	10.3	1.0	0	0	287	30	0.12	0.18	0
14	Liver	10514	0	70.5	18.5	4.0	1.6	0	5.4	132	40,000	0.26	2.7	25

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع اللحوم والدواجن

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
5. Meat and Poultry products Cont.

م	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbohydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
15	Lung	10515	0	78.5	17.1	2.2	1.2	0	1.0	92	-	0.07	0.28	0
16	Pigeon	10516	0	65.5	24.1	9.0	1.4	0	0	177	-	0.10	0.18	-
17	Pork	10517	0	56.5	15.9	26.9	0.7	0	0	306	-	0.65	0.18	0
18	Rabbit	10518	0	70.4	20.7	7.6	1.3	0	0	151	18	0.03	0.15	0
19	Salami	10519	0	52.3	18.2	22.5	4.7	0	1.3	290	-	0.25	0.24	-
20	Sausaged, Beef	10520	0	51.9	12.4	27.8	2.4	1.3	4.5	318	-	0.05	0.11	0
21	Spleen	10521	0	77.0	18.0	2.1	1.4	0	1.5	97	-	0.12	0.34	0
22	Tongue	10522	0	67.0	16.8	14.6	1.0	0	0.6	201	-	0.12	0.28	0
23	Turkey	10523	0	63.4	21.0	14.4	1.2	0	0	214	-	0.11	0.12	-
24	Veal	10524	0	75.1	18.7	5.4	0.8	0	0	123	10	0.06	0.14	0

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٦- البيض

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
6. Eggs

No.	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Egg White (Hen)	10601	0	88.0	11.0	0.3	0.1	0	0.6	49	0	0.02	0.21	0
2	Egg Yolk (Hen)	10602	0	50.4	16.5	30.2	1.7	0	1.2	373	3550	0.23	0.55	0
3	Duck's Egg	10603	10	71.2	13.5	13.3	1.3	0	0.7	177	1440	0.14	0.36	0
4	Hen's Egg	10604	12	75.2	12.6	10.8	1.1	0	0.3	149	918	0.14	0.36	0

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٧- السمك والأغذية البحرية

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
7. Fish and sea foods.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Breem	Pagurus S.P.	10701	49	73.8	19.4	5.4	1.4	0	0	126	70	0.02	0.14	0
2	Cat fish	Bagurus Bayad	10702	36	77.4	18.7	3.0	0.9	0	0	102	43	0.10	0.21	1
3	Cat fish	Calories lazera	10703	57	80.5	17.4	1.0	1.1	0	0	79	57	0.15	0.15	0
4	Cat fish, fried		20704	49	73.5	21.9	2.8	1.1	0.3	0.7	114	65	0.05	0.10	0
5	Cat fish	Synodontis Scall	10705	-	75.8	18.1	4.0	1.3	0	0.8	112	33	0.10	0.12	1
6	G[illegible]en breem	Argyraps spinifer	10706	32	79.4	17.6	1.0	2.0	0	0	79	60	0.16	0.15	0
7	Lizard fish	Synodus SP.	10707	49	73.8	19.4	5.4	1.4	0	0	126	120	0.14	0.16	0
8	Lizard fish, fried		20708	20	44.4	30.3	14.4	6.9	0.5	4.0	265	134	0.08	0.10	0
9	Mullet	Mugil cephalus	10709	-	70.4	24.9	3.1	1.3	0	0.3	129	80	0.07	0.15	1
10	Mullet, fried		20710	57	58.7	25.1	13.4	2.3	0.2	0.3	222	93	0.05	0.10	0
11	Mullet, roasted		20711	42	69.8	26.0	2.7	1.2	0.2	0.2	127	105	0.05	0.09	0
12	Sardine	Sardinelle	10712	44	71.8	21.4	5.1	1.4	0	0.3	13[illegible]	44	0.11	0.08	0
13	Sardine, roasted		20713	40	53.9	40.2	1.9	2.3	0.4	1.7	183	52	0.07	0.07	0
14	Sardine, salted		20714	34	46.6	19.0	18.2	15.0	0	1.2	245	50	0.06	0.06	0

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الأسماك والأغذية البحرية

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
7. Fish and sea foods. Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
15	Salted fish		20715	46	66.8	16.7	2.2	13.2	0	1.1	91.0	48	0.05	0.12	0
16	Salted fish		20716	52	56.4	21.7	6.0	15.7	0.2	0	141	52	0.06	0.11	0
17	Shrimp, Boiled		20717	-	68.0	25.4	2.1	3.3	0	2.2	129	134	0.04	0.09	0
18	Sole, raw	Solea vulgaris	10718	42	75.5	21.3	1.6	1.6	0	0	100	90	0.11	0.18	1
19	Sole, fried		20719	33	46.4	23.0	16.0	3.0	0.5	11.1	236	105	0.06	0.10	0
20	Tilapia	Tilapia nilotica	10720	40	78.1	19.7	1.0	1.2	0	0	88	210	0.08	0.15	1
21	Tilapia, roasted		20721	53	71.5	24.1	2.6	1.0	0.1	0.8	123	226	0.05	0.09	0

تابع ملحق (٤) محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٨- اللبن ومنتجات الألبان

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
8. Milk and Dairy Products.

No.	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Buffalo Milk	10801	0	82.5	3.8	7.1	0.8	0	5.8	101	75	0.10	0.38	0
2	Cow Milk	10802	0	88.2	3.5	3.5	0.7	0	4.1	62	165	0.03	0.17	Trace
3	Cow Milk Powder	10803	0	2.4	26.6	27.4	4.8	0	38.8	508	1250	0.41	1.15	5
4	Fermented Milk	10804	0	84.6	4.8	0.8	0.8	0	9.0	62	95	0.02	0.12	0
5	Pasteurized Milk	10805	0	87.8	3.1	3.6	0.7	0	4.8	63	455	0.04	0.17	0
6	Yoghurt	10806	0	85.5	3.5	2.9	0.8	0	7.3	69	115	0.03	0.15	Trace
7	Cheese, Camembert	10807	0	32.4	27.0	28.2	4.3	0	8.1	395	815	0.02	0.66	0
8	Cheese, Cheddar	10808	0	32.6	34.4	28.2	3.5	0	1.3	397	1260	0.04	0.50	0
9	Cream	10809	0	56.2	2.3	37.2	0.50	0	3.8	359	1240	0.02	0.12	0
10	Cheese, Whole Milk	10810	0	52.4	16.8	20.5	6.8	0	3.5	265	550	0.08	0.37	0
11	Parmesan	10811	0	22.1	21.4	35.9	9.6	0	11.0	450	1600	0.06	0.52	0
12	Cheese, Processed	10812	0	48.1	14.6	24.0	5.4	0	7.9	306	1500	0.03	0.04	0
13	Cheese, Salted	10813	0	58.4	17.8	9.6	11.8	0	2.4	167	310	0.10	0.37	0
14	Cheese, Skim Milk	10814	0	75.5	19.0	0.5	1.3	0	3.7	95	15	0.02	0.24	0

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع اللبن ومنتجات الألبان

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
8. Milk and Dairy products Cont.

No.	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
15	Cheese, sweet	10815	0	64.1	14.0	8.9	6.2	0	6.8	164	375	0.10	0.35	Trace
16	Cheese, roquefort	10816	0	42.3	22.3	28.8	4.5	0	2.1	357	645	0.05	0.40	0

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٩– الدهون والزيوت

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
9. Fats and Oils

No.	Common Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Butter (unsalted)	10901	0	17.0	0.7	81.0	1.1	0	0.2	733	1645	0.05	0.3	0
2	Butter	10902	0	15.2	0.8	80.7	2.8	-	0.5	732	2400	Trace	Trace	Trace
3	Butter oil (Ghee)	10903	0	2.1	0.2	97.7	-	-	-	880	2750	-	-	-
4	Cotton seed oil	10904	0	0.1	0	99.9	-	-	-	899	-	-	-	-
5	Corn oil	10905	0	0.1	0	99.9	-	-	-	899	-	-	-	-
6	Margarine (Salted)	10906	0	19.0	0	81	-	-	-	729	840	-	-	-
7	Olive oil	10907	0.1	0	0	99.9	-	-	-	899	-	-	-	-
8	Soy bean oil	10908	0.1	0	0	99.9	-	-	-	899	-	-	-	-

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١٠- الفواكه

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
10. Fruits

No.	Common Name	Scientific Name	Code No	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Apples	Molus pumila	11001	11	84.5	0.4	0.2	0.6	0.8	14.3	61	55	0.05	0.03	7
2	Apple Juice		11002	0	87.7	0.2	0	0.3	0.1	11.8	48	-	0.02	0.03	2
3	Apricots	Prunus armeniaca	11003	10	84.6	0.9	0.4	0.7	0.7	13.4	61	2550	0.04	0.06	12
4	Apricot Juice		11004	0	84.7	0.8	0.1	0.5	0.2	13.9	60	2500	0.04	0.03	5
5	Apricot dry		11005	0	24.0	4.5	0.6	3.1	3.2	67.8	295	8700	0.01	0.18	7
6	Banana	Musa nana var. Kavendishi	11006	33	75.2	1.3	0.3	0.9	0.6	22.3	97	160	0.04	0.05	8
7	Cantalupe	Cucumis melo	11007	42	90.8	0.8	0.1	0.6	0.4	7.7	35	2800	0.05	0.04	25
8	Dctes (fresh)	Phenoix dactylifera	11008	15	70.0	0.9	0.2	0.7	0.9	28.2	118	15	0.05	0.06	11
9	Dates dried		11009	13	23.0	2.3	0.5	1.7	2.2	72.5	304	36	0.08	0.1	0
10	Figs	Ficus carica	11010	5	80.4	1.3	0.4	0.6	1.5	17.3	78	90	0.07	0.06	4
11	Fig dried		11011	4	22.3	4.1	1.1	2.2	5.7	70.3	308	78	0.12	0.11	3
12	Grapes	Vitis vinifera	11012	7	80.4	0.6	0.6	0.5	0.7	17.9	79	90	0.07	0.03	5
13	Grape juice		11013	0	82.7	0.3	0	0.5	0	16.5	67	18	0.03	0.03	3
14	Grape fruit	Citrus Paradisi	11014	37	88.7	0.6	0.1	0.4	0.4	10.2	44	65	0.03	0.02	35

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الفواكه

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
10. Fruits Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbohydrate g	Engery K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
15	Grape fruit juice		11015	0	89.9	0.5	0.2	0.3	0.1	9.1	36	-	0.04	0.03	41
16	Guava	Psidium Guajava	11016	5	81.2	0.8	0.5	0.6	3.4	16.9	68	66	0.05	0.05	227
17	Lemon	Citrus Medica	11017	38	90.3	0.8	0.2	0.4	0.6	8.3	25	15	0.05	0.03	75
18	Lemon juice		11018	0	91.5	0.6	0.2	0.3	-	7.4	24	17	0.04	0.02	47
19	Lemon Sweet	Citrus Limetta	11019	36	90.1	0.6	0.3	0.4	0.7	8.6	26	0	0.04	0.04	50
20	Lime	Citrus aurantifolia	11020	42	89.6	0.6	1.2	0.3	0.4	8.3	33	15	0.04	0.04	36
21	Lime Juice	Citrus aurantifolia	11021	0	90.6	0.4	0.2	0.4	0.1	8.4	26	8	0.01	0.01	30
22	Mandarine	Citrus Reticulata	11022	31	86.9	0.7	0.2	0.5	0.9	11.7	46	45	0.09	0.04	26
23	Mango	Mangifera indica	11023	37	81.8	0.8	0.3	0.5	1.1	16.6	65	3750	0.04	0.04	30
24	Melon Sweet	Cucumis melo	11024	42	91.5	0.8	0.2	0.6	0.6	6.9	29	375	0.05	0.03	31
25	Mulberry	Morus nigra	11025	0	79.6	1.6	1.5	0.8	1.2	16.5	77	0	0.05	0.07	10
26	Orange	Citrus Sinensis	11026	28	85.5	1.1	0.3	0.4	0.6	12.7	52	215	0.08	0.04	55
27	Orange juice		11027	0	89.4	0.6	0.2	0.5	0.1	9.3	40	180	0.08	0.04	55
28	Peach	Prunus	11028	11	86.2	0.7	0.2	0.5	0.7	12.4	49	1050	0.04	0.04	15

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الفواكه

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
10. Fruits Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
29	Peach juice	-	11029	0	87.3	0.5	0.2	0.6	0.5	11.4	49	600	0.02	0.03	5
30	Pears	-	11030	22	83.8	0.3	0.2	0.7	1.3	15.0	63	18	0.03	0.05	5
31	Persimmon	Diospyros Kak	11031	20	79.4	0.9	0.5	0.7	1.5	18.5	82	2500	0.05	0.03	12
32	Pineapple	Ananas comosus	11032	37	85.7	0.5	0.2	0.4	0.5	13.2	57	37	0.10	0.05	15
33	Pineapple juice	-	11033	0	85.4	0.3	0.2	0.3	0.1	13.8	58	40	0.06	0.03	8
34	Plum	Prumus domestica	11034	27	86.8	0.7	0.2	0.4	0.6	11.9	52	235	0.06	0.03	5
35	Pomegranate	Punica grandatum	11035	48	80.7	0.7	0.4	0.6	2.1	17.6	77	-	0.06	0.02	6
36	Pomegranate juice	-	11036	0	84.2	1.0	0.1	0.4	0	14.3	62	-	0.04	0.02	8
37	Raisins	Vitis vinifera	11037	0	17.8	2.4	0.3	1.8	0.8	77.7	322	21	0.12	0.07	2
38	Raspberry	Rubus ideaus	11038	5	83.5	1.3	0.5	0.7	3.5	14.0	66	110	0.04	0.7	22
39	Spiked fig	Opuntia spp.	11039	42	86.5	1.3	1.3	0.3	6.5	10.6	59	52	0.03	0.04	18
40	Strawberry	Fragaria chiloensis	11040	7	90.3	0.8	0.4	0.6	1.2	7.9	38	52	0.04	0.05	52
41	Watermelon	Citrullus vulgaris	11041	48	92.8	0.4	0.1	0.4	0.4	6.3	28	450	0.03	0.04	10

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١١- المكسرات

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

11. Nuts

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Almonds	Prunus amygdalus	11101	50	4.6	17.6	55.8	2.7	2.5	19.3	650	70	0.26	0.72	-
2	Coconut	Cocos nucifera	11102	44	15.5	6.2	51.2	2.0	5.2	25.1	586	0	0.07	0.04	-
3	Hazel huts	Corylus colurna	11103	50	5.0	18.6	55.7	2.6	3.7	18.1	648	80	0.45	0.4	-
4	Peanut	Arachis hypogaea	11104	30	4.6	26.4	44.9	2.4	2.9	21.7	597	280	0.55	0.14	0
5	Pine nuts	Pinus pinea	11105	0	4.6	16.2	55.2	3.7	1.0	20.3	643	15	1.0	0.22	-
6	Pistachio nuts	Pistacia vera	11106	44	5.5	20.9	54.1	2.6	1.8	16.9	638	180	0.73	0.19	-
7	Walnut	Juglan regia	11107	55	3.4	14.7	64.9	1.8	2.2	15.2	704	25	0.35	0.12	5

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

12. Condiments

١٢– التوابل

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbohydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Cardamon	ELettaria Cardamomum	11201	0	12.6	12.0	4.3	6.4	14.3	64.7	345	-	2.5	1.13	-
2	Cinnaman	Cinnamomum zeylanicum	11202	0	7.8	4.0	2.0	4.8	24.1	81.4	360	0	0.08	0.35	0
3	Clove	Eugenia Caryophyllata	11203	0	8.0	6.5	8.3	7.0	8.5	70.2	382	0	0.14	0.26	0
4	Coriander	Coriandrum Sativum	11204	0	10.6	13.6	15.7	4.6	33.5	55.5	418	750	0.18	0.27	-
5	Cumin	Cuminum cyminum	11205	0	20.4	18.0	13.3	7.5	7.0	40.8	355	-	-	-	-
6	Ginger	Zingiber Officinale	11206	0	9.7	9.0	3.4	7.0	3.0	70.9	350	0	0.11	0.5	0
7	Mustard	Sinapis nigra	11207	0	7.8	24.6	6.7	4.0	16.3	56.9	386	-	-	-	-
8	Black Pepper	PiPer nigrum	11208	0	10.5	14.7	4.6	4.5	5.1	65.7	363	0	0.05	0.02	0
9	Pepper red.Chilli	Capsicum frutescens	11209	0	11.8	15.6	7.7	7.0	18.1	57.9	363	-	0.03	0.81	-
10	Nutmeg	Myristica fragrans	11210	0	9.8	7.5	34.7	2.8	3.0	45.2	523	-	-	-	-
11	Thyme	Thymus vulgaris	11211	0	11.6	12.2	2.9	8.4	11.8	64.9	335	-	1.8	0.9	-

تابع ملحق (٤): محتوى الأغذية من العناصر الغذائية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١٣-منوعات

Composition of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

13. Miscellaneous

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Waste g	Water g	Protein g	Fat g	Ash g	Fiber g	Carbo-hydrate g	Energy K.Cal	Vit. A I.U	Vit. B1 mg	Vit. B2 mg	Ascorbic Acid mg
1	Beer	-	11301	0	92.1	0.3	0	0.2	0	7.4	31	-	-	-	-
2	Coffee	-	11302	0	98.3	0.2	0.2	1.0	0	0.3	4.0	0	0	0	0
3	Halawah Tehiniah	-	11303	0	2.1	11.2	27.5	2.3	1.4	56.9	520	-	0.33	0.08	-
4	Honey	-	11304	0	19.0	0.4	0	0.3	0.1	80.3	323	-	0.02	0.05	3
5	Jams	-	11305	0	28.8	0.7	0.1	0.4	1.3	70.0	284	15	0.02	0.04	1
6	Mollases	-	11306	0	22.4	0.5	0.2	8.0	0.2	68.9	279	-	0.07	0.13	0
7	Sesame	Sesamum Orientate	11307	0	5.2	19.2	51.8	4.8	4.56	19.0	619	-	0.88	0.32	0
8	Seven Up	-	11308	0	98.2	0	0	0.1	0	10.7	43	-	-	-	-
9	Tea	Camellia sinensis	11309	0	99.1	0.2	0	-	-	0.7	4.0	0	0	0.03	2
10	Tehineh	-	11310	0	3.0	20.6	60.4	3.0	1.0	13.0	678	-	0.74	0.22	-
11	Tomato Ketchup	-	11311	0	69.2	2.2	0.5	3.5	0.5	24.6	112	-	0.08	0.06	13

ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١- الحبوب ومنتجاتها

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

1. Cereals and Cereal products.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Barley	Hordeum Vulgare	10101	347	299	54	52	4.1	2.3	0.38	201
2	Rice	Oryza Sativa	10102	11	127	22	30	0.8	1.2	0.08	108
3	Sorghum	Sorghum Vulgare	10103	10	385	30	134	5.0	4.2	0.08	250
4	Wheat	Triticum Vulgare	10104	10	315	35	118	2.8	3.8	0.36	412
5	Wheat Parbolied		10105	37	350	43	66	3.2	5.2	0.31	415
6	Rubbed wheat		10106	22	370	41	66	3.0	3.5	0.38	320
7	Wheat flour 72% extraction		10107	4	110	15	22	0.9	1.5	0.13	90
8	Macaroni		10108	8	192	20	27	1.0	1.5	0.16	90
9	Balady Bread		10109	125	248	42	14	2.8	5.1	0.40	183
10	French Bread		10110	509	228	14	22	0.7	0.12	0.12	94
11	White Bread		10111	524	115	16	34	0.7	0.8	0.15	97
12	Cookies		10112	630	160	48	28	1.3	0.8	0.16	109
13	Cakes		10113	347	114	51	45	0.7	0.5	0.25	96

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٢- البقول

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
2. Legumes.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Broad Beans, Dry	Vicia faba	10201	35	724	85	148	5.8	0.14	0.29	386
2	Broad Beans, Fresh	Vicia faba	10202	6	250	31	30	1.7	0.01	0.11	173
3	Broad Beans, Dry, Crushed	Vicia faba	10203	39	640	92	126	4.8	0.12	0.18	359
4	Germinated Broad Beans	Vicia faba	10204	14	290	34	59	2.3	0.10	0.12	154
5	Beans, French common	Phaseolus Vulgaris	10205	36	1270	148	142	6.2	2.50	0.78	415
6	Chickpea	Cicer arietinum	10206	15	815	144	127	6.0	2.18	1.20	380
7	Chickpea	Cicer arietinum	10207	50	962	127	122	6.7	4.7	1.25	412
8	Chickpea	Cicer arietinum	10208	34	855	155	130	5.8	3.4	1.30	430
9	Cowpea	Vigna Sinensis	10209	20	1213	104	136	6.8	2.10	0.46	347
10	Fenugreek seeds	Trigonella foenumgraecum	10210	53	966	194	55	16.3	6.30	0.40	165
11	Lentils	Lens esculenta	10211	30	725	48	86	9.3	4.20	0.25	327
12	Lentils, Peeled	Lens esculenta	10212	41	765	70	82	8.8	3.20	0.35	330
13	Peas garden	Pisum sativum	10213	11	790	42	125	5.6	3.80	0.54	557

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٣- الجذور والدرنات النشوية

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
3. Starchy roots and tubers.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Colocasia tuber	Colocasia esculenta	10301	34	203	62	13	1.0	0.21	0.08	60
2	Potato White	Solanum tuberosum	10302	8	320	6	15	0.73	0.62	0.21	46
3	Sweet potato	Ipomoea batatas	10303	23	470	39	25	0.80	0.16	0.14	40

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٤- الخضراوات

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

4. Vegetables.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Artichokes	Cynara Scolymus	10401	32	450	55	30	1.2	0.05	0.03	96
2	Beet root	Beta vulgaris	10402	70	320	22	25	0.9	0.63	0.15	35
3	Cabbage, common	Var. capitata	10403	35	250	40	15	0.74	0.4	0.04	32
4	Cauliflower	Brassica oleracea Var.	10404	35	304	42	10	0.7	2.0	0.19	56
5	Carrots	Daucus Carota	10405	62	345	40	18	1.1	0.42	0.06	42
6	Celery	Apium graveolens var. dulce	10406	74	215	40	25	1.2	0.21	0.02	48
7	Chard swiss	Beta vulgaris Var. cicla	10407	164	450	85	27	1.7	2.4	0.11	32
8	Coriander	Coriandrum Sativum	10408	54	366	134	9	3.5	3.3	0.07	64
9	Cucumber	Cucumis Sativus	10409	5	130	18	8	0.6	0.18	0.07	31
10	Cucumber	Cucumis Elongatus	10410	8	196	16	7	0.7	0.19	0.06	25
11	Egg Plant	Solanum melogena	10411	7	280	15	14	0.53	0.34	0.06	22
12	Egg Plant	Solanum melogena	10412	7	263	15	11	0.46	0.31	0.07	18
13	Egg Plant	Solanum melogena	10413	8	270	17	12	0.38	0.36	0.07	24
14	Fenugreek, Green	Trigonella Foenumgraecum	10414	68	260	135	12	6.4	4.5	0.07	47

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الخضراوات

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
4. Vegetables Con.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
15	Garden Rocket (roka)	Eruca Sativa	10415	33	257	127	13	8.3	1.8	0.26	40
16	Garlic bulbs	Allium sativum	10416	22	515	34	30	1.6	0.72	0.22	168
17	Green Pepper Sweet	Capsicum Annaum	10417	45	195	15	14	0.9	0.04	0.10	25
18	Jew's Mallow	Curochorus Olitorius	10418	180	32	370	17	5.6	0.13	0.04	55
19	Jew's Mallow Dried	Carochorus Olitorius	10419	1014	181	512	98	10.8	0.80	0.22	266
20	Leeks, bulbs	Allum kurrat	10420	18	270	87	15	1.2	1.4	0.03	35
21	Lettuce	Lactuca Sative Var Longifolia	10421	10	125	28	10	1.4	0.15	0.08	22
22	Mallow	Malva Parviflora	10422	48	296	258	16	4.5	3.6	0.12	77
23	Mint	Mentha spp.	10423	2	160	160	48	0.9	0.4	0.14	74
24	Okra (Fresh)	Hibscus Escwentus	10424	17	210	70	45	1.5	0.58	0.16	74
25	Okra (Dry)	Hibscus Escwentus	10425	81	684	324	124	8.5	4.2	0.84	383
26	Olive green	Olea europaea	10426	4	145	72	24	1.8	0.6	0.24	20
27	Olive black	Olea europaea	10427	2	120	55	15	1.4	0.6	0.22	18
28	Onions, green	Allium cepa	10428	10	224	25	8	0:3	0.07	0.10	50

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الخضراوات

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

4. *Vegetables Cont.*

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
29	Onions	Allium Cepa	10429	13	139	35	12	0.5	0.10	0.15	56
30	Parsley Curly	Petroselinum Crispum	10430	30	723	210	39	5.1	1.0	0.18	54
31	Pumpkin	Cucurbita Machata Duch.	10431	2	290	25	15	0.7	0.24	0.12	31
32	Radish White	Raphanus Sativus	10432	18	292	22	12	0.8	0.17	0.11	27
33	Radish Oriental	Sativus Varolonginnatus	10433	21	246	27	17	1.2	0.14	0.15	31
34	Spinach	Spinacia Olerocea	10434	58	540	92	54	3.2	0.20	0.19	47
35	Squash	Cucurbita Pepo	10435	6	200	25	12	0.30	0.19	0.05	31
36	Tomatoes	Lycoparsicum Esculentum	10436	10	328	15	12	0.80	0.05	0.12	30
37	Turnip	Brassica Campestris var. Repca	10437	48	270	36	10	0.50	0.15	0.05	33
38	Water Cress	Nasturtium Officinale	10438	116	513	211	15	2.10	3.60	0.07	41

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٥- اللحوم والدواجن

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

5. Meat and Poultry products

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Beef	10501	72	375	15	22	3.4	4.8	0.10	174
2	Brain	10502	122	225	10	15	1.4	1.2	0.24	274
3	Buffalo	10503	63	270	25	30	4.2	3.6	0.24	180
4	Camel	10504	107	347	7	12	7.8	5.2	1.22	160
5	Canned, Corned Beef	10505	880	152	12	17	4.5	6.0	0.26	100
6	Chicken	10506	77	340	11	35	1.6	2.0	0.25	194
7	Dried Meat (Basterma)	10507	5200	185	60	36	10.8	7.8	0.72	318
8	Duck	10508	90	312	12	18	2.0	2.9	0.35	194
9	Goat	10509	53	286	12	14	2.3	2.4	0.08	150
10	Goose	10510	80	440	18	25	1.5	1.7	0.26	190
11	Heart	10511	90	210	12	17	3.6	1.8	0.41	188
12	Kidneys	10512	184	215	10	12	5.8	1.8	0.41	234
13	Lamb	10513	65	300	15	15	2.5	2.7	0.6	163
14	Liver	10514	80	302	10	14	7.0	4.1	2.2	286

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع اللحوم والدواجن

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

5. Meat and Polutry products Cont.

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
15	Lung	10515	50	218	10	12	5.8	2.4	0.04	204
16	Pigeon	10516	58	275	27	20	2.2	2.4	0.31	176
17	Pork	10517	62	315	10	16	2.3	1.8	0.12	172
18	Rabbit	10518	72	345	15	30	2.6	1.6	0.22	234
19	Salami	10519	1250	122	10	7	2.6	1.3	0.16	200
20	Sausage, beef	10520	1130	175	44	16	1.7	1.8	0.26	172
21	Spleen	10521	108	415	9	11	10.6	2.4	0.12	218
22	Tongue	10522	88	304	10	12	2.6	1.2	0.05	174
23	Turkey	10523	70	321	15	20	1.8	2.1	0.18	220
24	Veal	10524	103	372	10	27	1.3	2.6	0.03	253

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٦- البيض

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

6. Eggs.

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Egg White (Hen)	10601	172	133	10	10	0.15	0.03	0.04	22
2	Egg Yolk (Hen)	10602	44	133	150	18	6.8	4.0	0.02	586
3	Duck's Egg	10603	205	233	58	18	3.5	3.4	0.03	277
4	Hen's Egg	10604	155	174	62	15	2.5	1.5	0.14	218

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٧– الأسماك والأغذية البحرية

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion. [1]

7. *Fish and sea foods* *Cont.*

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Breem	Pagurus SP.	10701	55	180	227	55	1.2	0.4	0.2i	101
2	Cat fish	Bagurus Bayad	10702	62	155	116	60	1.0	0.6	0.23	318
3	Cat fish	Claviers lazera	10703	92	174	75	43	1.0	0.8	0.24	177
4	Cat fish, fried		20704	106	180	22	18	1.1	0.6	0.24	186
5	Cat fish	Synodontis scall	10705	90	155	-	-	1.0	1.1	0.24	-
6	Golden Breem	Argyraps spinifer	10706	120	215	28	33	0.9	1.0	0.18	186
7	Lizard fish	Synodus SP.	10707	66	243	101	24	0.8	1.2	0.16	227
8	Lizard fish fried		20708	75	250	128	45	0.9	1.2	0.18	192
9	Mullet	Mugil cephalus	10709	88	180	21	18	1.0	1.1	0.19	170
10	Mullet, fried		20710	96	200	50	22	0.7	1.1	0.20	323
11	Mullet roasted		20711	100	195	37	30	0.9	0.9	0.21	209
12	Sardine	Sardinelle	10712	91	212	34	20	0.9	0.8	0.16	-
13	Sardine, roasted		20713	107	220	86	36	1.0	0.9	0.18	-
14	Sardine, salted		20714	1000	195	-	-	1.0	0.9	0.18	-

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الأسماك والأغذية البحرية

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
7. Fish and sea foods Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
15	Salted fish		20715	1105	200	-	-	0.7	0.9	0.16	-
16	Salted fish		20716	1210	188	282	44	0.8	0.8	0.14	112
17	Shrimp, Baild		20717	77	250	-	-	1.0	0.9	0.11	-
18	Sole, raw	Solea vulgaris	10718	85	210	152	38	0.9	1.0	0.12	58
19	Sole, fried		20719	99	225	-	-	1.0	1.0	0.16	-
20	Tilapia	Tilapia nilotica	20720	85	180	110	52	1.1	0.8	0.16	-
21	Tilapia, roasted		20721	95	205	-	-	1.1	0.9	0.18	123

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٨- اللبن ومنتجات الألبان

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

8. Milk and Dairy products

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Buffalo milk	10801	50	160	180	17	0.20	0.40	0.01	92
2	Cow milk	10802	62	152	122	14	0.06	0.40	0.01	104
3	Cow milk powder	10803	395	1400	900	102	0.47	3.72	0.18	685
4	Fermented milk	10804	54	150	160	13	0.12	0.08	0.03	89
5	Pasteurized milk	10805	48	142	120	15	0.04	0.41	0.01	92
6	Yoghurt	10806	50	140	165	15	0.20	0.10	0.03	85
7	Cheese Camembert	10807	740	122	680	48	0.80	3.40	0.40	648
8	Cheese, cheddar	10808	548	90	715	42	0.90	0.36	0.04	512
9	Cream	10809	25	72	72	10	0.10	0.16	0.18	55
10	Cheese, whole milk	10810	485	142	565	10	0.20	0.36	0.44	294
11	Parmesan	10811	2757	488	822	124	0.40	3.54	0.35	715
12	Cheese, processed	10812	1320	86	620	30	0.80	2.40	0.39	840
13	Cheese, salted	10813	4240	218	570	32	0.31	0.34	0.12	276
14	Cheese, skim	10814	45	115	88	10	0.33	0.43	0.49	174

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع اللبن ومنتجات الألبان

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
8. Milk and Dairy products Cont.

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P. mg
15	Cheese, sweet	10815	305	146	546	11	0.21	0.32	0.12	312
16	Cheese, roquefort	10816	1255	207	687	36	0.80	0.34	0.14	385

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

٩- الدهون والزيوت

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
9. Fats and Oils

No.	Common Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Butter (unsalted)	10901	15	25	15	3	0.20	0.20	0.02	16
2	Butter	10902	995	25	15	3	0.20	0.20	0.02	16
3	Butter oil	10903	5	12	-	Trace	-	0.01	0.02	-
4	Cotton seed oil	10904	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Corn oil	10905	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Margarine (Salted)	10906	664	0	0.4	8	0.04	0.14	0.04	22
7	Olive oil	10907	0	0	Trace	0	0.05	0.32	0.06	0
8	Soy bean oil	10908	0	0	0	0	0	0	0	0

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

١٠- الفواكه

10. Fruits

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Apples	Molus pumila	11001	5	125	5	6	0.3	0.08	0.07	12
2	Apple juice	-	11002	3	105	8	6	0.5	0.03	0.4	10
3	Apricots	Prunus Armeniaca	11003	3	460	15	11	0.5	0.05	0.10	25
4	Apricot juice	-	11004	3	400	12	10	0.4	0.02	0.05	18
5	Apricots dry	Prunus armeniace	11005	18	715	50	40	5.7	0.23	0.3	120
6	Banana	Musa nana Var. Kavendishi	11006	3	350	10	30	0.6	0.12	0.18	25
7	Cantalope	Cucmis Melo	11007	18	280	15	20	0.5	0.15	0.05	18
8	Dates fresh	Pheonix Dactylifera	11008	2	300	22	18	1.1	0.13	0.12	26
9	Dates dried	Phoenix dactylifera	11009	0	690	62	44	2.9	0.4	0.3	61
10	Figs	Ficus Carica	11010	4	180	42	25	0.7	0.22	0.05	28
11	Fig dried	Ficus carica	11011	33	701	130	65	3.5	0.9	0.4	80
12	Grapes	Vitis Vinifera	11012	5	242	17	9	0.6	0.09	0.12	22
13	Grape juice	-	11013	5	130	15	9	0.36	0.03	0.03	14
14	Grape fruit	Citrus Paradisi	11014	5	140	15	12	0.35	0.12	0.03	18

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الفواكه

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
10. Fruits Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
15	Grapefruit Juice	-	11015	3	155	7	13	0.3	0.02	0.02	16
16	Guava	Psidium Guajava	11016	8	255	23	25	1.0	0.26	0.12	44
17	Lemon	Citrus Medica	11017	4	165	32	12	0.50	0.15	0.22	14
18	Lemon Juice	Citrus Medica	11018	1	152	15	8	0.22	0.11	0.10	10
19	Lemon Sweet	Citrus Limetta	11019	5	160	27	15	0.4	0.12	0.21	22
20	Lime	Citrus aurantifolia	11020	5	140	29	11	0.7	0.24	0.23	20
21	Lime Juice	Citrus aurantifolia	11021	2	95	8	9	0.3	0.12	0.01	12
22	Mandarine	Citrus Reticulata	11022	10	147	39	16	0.5	0.46	0.04	22
23	Mango	Mangifera indica	11023	10	200	15	8	0.5	0.18	0.11	15
24	Melon Sweet	Citrus melo	11024	10	270	15	8	0.4	0.18	0.12	14
25	Mulberry	Morus nigra	11025	12	236	55	17	2.8	1.3	0.22	35
26	Orange	Citrus Sinensis	11026	3	181	37	7	0.3	0.13	0.03	28
27	Orange Juice	-	11027	-	220	10	10	0.4	0.08	0.04	19
28	Peach	Prunus	11028	3	180	15	11	0.8	0.02	0.04	22

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

تابع الفواكه

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.
10. Fruits Cont.

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
29	Peach juice	-	11029	3	200	7	8	0.4	0.01	0.02	20
30	Pear	-	11030	5	144	10	10	0.4	0.14	0.12	12
31	Persimmon	Diospyros kaki	11031	5	210	7	10	0.40	0.14	0.11	22
32	Pineapple	Ananas comosus	11032	3	188	15	16	0.6	0.22	0.06	12
33	Pineapple juice	-	11033	2	145	14	14	0.4	0.6	-	10
34	Plum	Prunus domestica	11034	2	172	15	11	0.60	0.04	0.08	21
35	Pomegranate	Punica granatum	11035	5	280	5	8	0.26	0.14	0.20	30
36	Pomegranate juice	-	11036	2	190	13	10	0.22	0.12	0.1	35
37	Raisins	Vitis vinfera	11037	30	740	63	34	2.4	0.16	0.18	90
38	Raspberry	Rubus idaeus	11038	2	155	30	25	1.20	0.35	0.11	27
39	Spiked fig	Opuntia spp.	11039	5	150	50	18	1.4	0.72	0.24	35
40	Strawberry	Fragaria chiloensis	11040	2	185	26	15	0.90	0.10	0.11	24
41	Watermelon	Citrullus Vulgaris	11041	2	90	6	7	0.30	0.40	0.06	11

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١١- المكسرات

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

11. Nuts

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Almonds	Prunus amygdalus	11101	7.0	680	215	230	4.5	3.2	0.13	385
2	Coconut	Cocos nucifera	11102	15	410	20	44	2.3	1.2	0.4	176
3	Hazel nuts	Corylus colurna	11103	5	600	180	130	3.5	2.0	1.1	300
4	Pea nut	Arachis hypogaea	11104	4	570	55	180	2.5	2.6	0.29	380
5	Pine nuts	Pinus pinea	11105	-	-	15	240	4.9	10.5	1.2	500
6	Pistachio nuts	Pistacia vera	11106	15	850	122	150	6.9	-	1.2	503
7	Walnut	Juglan regia	11107	5	370	75	120	2.0	2.8	0.30	290

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل

١٢- التوابل

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

12: Condiments

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Cardamon	ELettaria avdamomum	11201	3	30	124	54	9.6	3.8	1.4	186
2	Cinnamon	Cinnamonum zeylanicum	11202	15	380	500	50	14.2	2.4	0.32	42
3	Clove	Eugelnia caryophyllata	11203	300	1200	690	250	5.4	3.5	0.4	80
4	Coriander	Coriandrum sativum	11204	35	1020	380	85	18.2	8.7	1.2	408
5	Cumin	Cuminum cyminum	11205	145	2150	1025	410	37.0	5.0	1.1	480
6	Ginger	Zingiber officinale	11206	30	1200	120	165	10.7	5.1	0.4	140
7	Mustard	Sinapis nigra	11207	240	1875	855	148	4.7	2.3	1.05	364
8	Black Pepper	PiPer nigrum	11208	20	1400	360	155	12.5	1.4	1.2	185
9	Pepper red chilli	Capsicum frutescens	11209	15	2150	140	145	8.7	3.4	0.54	230
10	Nutmeg	Myristica fragans	11210	17	400	210	172	2.1	1.7	1.1	185
11	Thyme	Thymus vulgaris	11211	75	1000	2100	295	120	5.8	0.7	180

تابع ملحق (٥) : محتوى الأغذية من العناصر المعدنية / ١٠٠ جم غذاء صالح للأكل .

١٣- منوعات

Mineral Content of Foods, 100 Grams, Edible Portion.

13. Miscellaneaus

No.	Common Name	Scientific Name	Code No.	Na mg	K mg	Ca mg	Mg mg	Fe mg	Zn mg	Cu mg	P mg
1	Beer	-	11301	7.0	18.0	-	-	-	-	-	22
2	Coffee	-	11302	5.0	75	4.0	8.0	0.3	0.02	0.01	6
3	Halawah Tehiniah	-	11303	5.0	95	42	24	2.8	0.9	0.7	286
4	Honey	-	11304	6.0	50	11	4.0	0.6	0.08	0.04	10
5	Jams	-	11305	14	90	16	9.0	2.0	0.03	0.2	10
6	Mollases	-	11306	41	1400	290	85	7.2	0.5	1.8	75
7	Sesame	Sesamum Orientate	11037	55	560	980	174	12.6	3.6	1.3	515
8	Seven Up	-	11308	14.0	2.0	3.0	-	-	-	-	-
9	Tea	Camellia Sinensis	11309	3.0	30	40	12.0	0.3	0.01	0.2	5
10	Tehineh	-	11310	15	166	92	44	8.6	1.4	0.8	865
11	Tomato Ketchup	-	11311	1030	360	20	22	0.9	0.04	0.10	40

ملحق (٦) محتوى الأغذية من الأحماض الأمينية ملجم / جم نتروجين

المواد الغذائية	تربتوفان	ثريونين	ايزولوسين	لوسين	لايسين	أحماض محتوية على كبريت: ميثايونين	سيستين	الجملة
الألبان ومنتجاتها والبيض								
جبن	٩١	٢٢٢	٣٤٧	٦٤٧	٤٧٦	١٦٨	٣٣	٢٠١
« قريش	٨٩	٢٦٠	٣٤٣	٦٥٦	٥٣٨	٢١٠	٣٨	٢٤٨
كشك	٦١	٢٠٥	٢٧٢	٥١٢	٣٢٤	١٢١	١٠٧	٢٢٨
لبن ماعز	—	٢٨٤	٣٠٩	٦١٨	٥٢٨	١٥٩	٢٧	١٨٦
« خروف	٩٩	٢٨٨	٣١١	٦١١	٥٠٨	١٨٠	٧٠	٢٥٠
« فرز	٨٢	٢١٨	٣٠٥	٥٧٣	٥٠٣	١٤٥	٤٣	١٨٨
جبن طرى	٧٤	٢٨١	٣٠٦	٦٣٨	٥٢٢	١٩٣	٣٤	٢٢٧
بيض	٩٦	٢٩٠	٣٥٨	٥٨٤	٤٥٥	٢١٣	١٥٥	٣٦٨
اللحوم ومنتجاتها								
بسطرمة	٣٩	٢٥٥	٢٨٣	٤٩٥	٦٠٩	١٥	٤٧	٦٢
مخ	٦٠	٣٢٧	٢٤٣	٥٤٤	٣٥٩	١٥٥	٩٦	٢٥١
رئة	٦٤	٢٤٥	١٩٨	٥٣٠	٤٢٤	١٠٩	٩٨	٢٠٧
لحم جمل	٧٢	٢٤٤	٢٥٥	٤٤٦	٤٨٩	١٢٢	٣٩	١٦١
سجق	٥٤	٢٧٨	٢٧١	٤٦٦	٤٦٤	١١٥	٣	١١٨
طحال	٦٩	٢٥٥	٣٩٦	٥٥٦	٤٨٤	١١٩	٨٠	١٩٩
سمك	٩٧	٣١٩	٢٣٠	٣٤٣	٤٩٦	١٣٣	٧٩	٢١٢
الخضروات								
لوبيا خضراء	—	٢٣٧	١٩٨	٣٣٠	٢٤١	٦٥	٠	٦٥
ورق عنب	—	١٨٦	٢٨٥	٥٦١	٣١٧	١١٦	٢	١١٨
ملوخية	—	٢٥٢	٢٠٤	٤٩٠	٢٦٣	٩٤	٢	٩٦
بصل	—	١٩٤	١٨٢	٣٢٨	٣٠٠	٨٥	٧٤	١٥٩

المواد الغذائية	فنيل الانين	تيروسين	فالين	ارجنين	هستدين	الانين	اسبارتيك	جلوتاميك	جلايسين	برولين	سيرين
الألبان ومنتجاتها والبيض											
جبن	٣٤١	٣٦٢	٤٦٨	٢٤٥	٢٠١	١٨٨	٤٥٥	١٢٨١	١٢٨	٧٩	٤٤١
« قريش	٣٥٧	٣٥٨	٥٠٦	٢١٨	١٩٤	٢١٥	٤٦٩	١٤١٤	١٢٥	٧٨٠	٣١١
كشك	٣١٤	٢٦١	٣٢٦	٣١٣	١٦٧	٢٣٥	٣٧٥	١٥٦٣	٢١٧	٧٤٥	٢٩٩
لبن ماعز	٢٧٥	٢٥٧	٤٨٨	٢٠٣	١٧٩	٢٠٠	٤٤٥	١٢٩٤	١١٥	٧٩٦	٣٠١
« خروف	٢٨٨	٣١٢	٤٤٩	٢٢٧	١٧٤	٢٦٣	٥٠٦	١٠٩٩	١٤٣	٥٦٤	٣٢٥
« فرز	٢٤٤	٢٤٣	٣١٠	٢٠٥	٢٠٣	١٨٣	٤١٥	١٢٢٠	١٠٦	٦٤١	٢٧٨
جبن طرى	٢٨٥	٢٧٦	٥١٩	٢١١	١٩٧	١٣٨	٣٨٧	١٣٥٥	٩٥	٩١٥	٢٩٦
بيض	٣٦١	٣٣٥	٤٨٢	٤٥٤	١٧٦	٣٨٢	٦٢٦	٨١٦	١٩٩	٢٠٣	٤٥٠
اللحوم ومنتجاتها											
بسطرمة	٢٦٠	٢١٣	٢٨٦	٣٧٩	٢٢٢	٢٧١	٤٩٩	١٠٦٧	٢٧٧	٢٦٩	٢٢٤
مخ	٣٢٠	٢٤١	٤٢٥	٣٣٧	١٥٠	٣٧٧	٦٦٥	٩٩٠	٣٤٨	٣٨١	٢٣١
رئة	٢٩١	٢٠٦	٣٨٧	٣٨٤	١٧١	٤٣٩	٥٣٨	٧١٩	٦٠٧	٤٦٨	٢٧٨
لحم جمل	٢١٥	١٨١	٢٧٤	٣٤٣	٢٢٦	٢٧٤	٥٣٣	٨٧٨	٣٠٢	٣٦٣	١٧٦
سجق	٢٣٩	١٨٢	٢٠٢	٣٤٣	٢٤٢	٤٠٣	٥٤٨	٨٠٠	٤٦٩	٣٠٢	١٩٩
طحال	٢٨٤	١٨٢	٤٠٨	٣٩٥	٢٠٨	٤٠٤	٥٤٢	٧٢٨	٤٠٦	٣٤٨	٢٧٣
سمك	٢٦٠	٢٤٨	٢٨٧	٤١٩	١٦٨	٢٨٣	٥١٥	٦١٠	٦٣٣	٢٠٢	٢٣٩
الخضروات											
لوبيا خضراء	٢٧٥	١٦٤	٢٥٣	٢٧٦	١٢١	٢٢٩	١٠٠٢	٦١٤	١٨٣	١٩٦	٢٣٢
ورق عنب	٤٢٣	٢٦٢	٣٤٠	٣٣٦	١٧٦	٤٥٣	٥٦٤	٦٦٠	٣٣٩	٣١١	٢٤٩
ملوخية	٣١٣	٢٣٣	٢٩٨	٣٢٠	١٣٢	٣٤٧	٤٩١	٨١٢	٣٤٤	٣٠٩	٢٤٨
بصل	١٨٥	١٧٥	٢٣١	٣٥٤	١٤٧	٢٧٨	٤٧٦	١٢١٨	٢٥٥	٢١٤	١٩٣

المواد الغذائية	تريبتوفان	تريونين	ايسولوسين	لوسين	لايسين	أحماض محتوية على كبريت: ميثايونين	سستين	اجمال	فنيل الانين	تيروسين	فالين	أرجنين	هستيدين	الانين	...ارتيك	جلوتاميك	جلايسين	برولين	[illegible]
البقول																			
فول أخضر	٥٠	١٥٩	٢٢٢	٣٨٩	٣٢٨	٣٣	٣٨	٧١	٢١٥	١٥٣	٢٧٤	٧٦٠	١٢٦	٢٥٥	[illegible]	٧٨١	٢٠٠	٢٠٦	[illegible]
لوبيا	٥٤	٢٨٥	٢٩١	٥٠١	٤٣٠	٧٠	٤٩	١١٩	٣٦٣	٢٣٦	٣٢٨	٣٦٧	٢٢٨	٢٧٥	٧٨٩	١٠١٥	٢٥٣	٥٨٢	[illegible]
حمص	٨٦	٢٤٨	٢٩٦	٥٠١	٤٦٣	٩١	٩٣	١٨٤	٤٨٨	٢١٢	٣٣١	٥٣٧	١٦٨	٢٧١	٧٥١	١٠٢٨	١٩٧	[illegible]	[illegible]
حمص أخضر	٥٦	١٩٢	١٩٣	٣٥٦	٤٥٣	٥١	٤٥	٩٦	٢٦٤	١٤٥	٢١٨	٦٣٣	١٥٨	١٨٥	٥٠٧	٧٢٨	[illegible]	[illegible]	[illegible]
حلبة	٤٥	٢٠١	٢٩٨	٤٠٩	[illegible]	٨٢	١٠٠	١٨٢	٢٣٧	١٩١	٢٣٣	٦٤٦	١٤٤	٢٢٥	[illegible]	٩٦٧	[illegible]	[illegible]	[illegible]
عدس أحمر	٣٩	٢١٢	٢٦٠	٤٦٨	٥١٦	٢٥	٣٩	٦٤	٢٦٦	٢٥٨	٣٠٨	٦١٢	١٧٤	٢٦٥	٧٨٨	[illegible]	٢٧٠	[illegible]	[illegible]
عدس مقشور	٤٥	١٩٢	٢٥٢	٤٦٥	٤٩٦	٤٣	١٧	٦٠	٣٠٨	٢٠٤	٢٢٩	٥٢٤	١٦٦	٢٥٢	[illegible]	١٠٨٨	٢٥٠	٢٦٦	[illegible]
سوداني	٥٥	١٧٠	١٩٨	٣٨٨	٢١١	٥٤	٦٩	١٢٣	٢٩١	٢٦٤	٢٦٨	٦٨٩	١٤٣	٢٢٣	٦٩٥	١١٠٦	٣٥٠	[illegible]	[illegible]
ترمس	٤٢	١٣٧	٢٩٥	٤٧٢	٣٠٤	٤١	٩٧	١٣٨	٢٥٢	٢٩٩	٣٠٨	٦٧٩	١٢٨	٢٢٨	٦٨٢	١٣٢٨	٢٧٠	٢٩٨	[illegible]
مكسرات																			
لوز	٣٥	١٥٢	٢١٦	٣٩١	١٤٠	٤٤	٦٥	١٠٩	٣٠١	١٨٣	٣٢٥	٦١٠	١٣٩	٢٤٧	٥٨٩	١٣٦٦	٣٣٦	٣٠٣	[illegible]
صنوبر	٤٧	١٢٢	١٧٩	٣٥٧	١٥٦	٩٣	١٣٨	٢٣١	١٧٦	٢٠٨	٢٤٩	١٠٨٢	١٢٥	٢٤٨	٤٤٧	٥٧٠	٢٦٥	٢٧٩	[illegible]
فستق	٥٨	١٧٢	٢٤٧	٤٢٧	٣٠٣	١٠٣	١٠١	٢٠٤	٣٠٥	١٨٧	٣٧٧	٥٢١	١٣٢	٢٦٣	٥٤٠	١٢٤٥	٢٨٣	٢٥١	[illegible]
بذر بطيخ	٧٣	٢١٠	٣٠٨	٤٣٨	١٦٢	١٦١	٧٠	٢٣١	٤٩٦	١٩٥	٣٣٥	٩٦٢	١٤٩	٣١٣	٥٣٩	١٠٩٢	٣٤٠	٢٧١	[illegible]
حبوب ومنتجاتها																			
خبز أبيض	٣٨	١٦٦	٢٠٣	٤٦١	١٣٣	٩٩	١٣٨	٢٣٧	٣٩٠	٢١٤	٢٨٨	٣٦٤	١٤٩	١٩٧	٢٧٤	٣١٢٧	٢٠٩	٨٣٤	[illegible]
« مصري	٥٠	١٣٥	١٨١	٣٠٤	١٢٠	٧٤	٦٥	١٣٩	٢٢٧	٢٠٧	٤٢٣	٢٢١	١٠٠	١٧٣	٢١٨	١٦٤٠	١٩٧	٥٩١	[illegible]
« افرنجي	٣٨	١١١	١٧١	٣٢٢	٩٤	٤٧	٧١	١١٨	٢٢٤	١٤٦	١٩١	١٧٩	١١٣	١٣٢	١٧١	١٧١٢	١٥٠	٦٥٧	[illegible]
رقاق	٣٨	١٦٢	١٩٧	٣٨٦	١١٢	٨٨	٩٩	١٨٧	٢٧١	١٩٠	٢١٥	٢٥١	١١٤	٢٠٧	٢٨٦	١٦٧٨	٢٢٧	٦٢٦	[illegible]
[illegible] خبز	٤٣	١٢٣	١٩٧	٣٧١	١٠٦	٧٤	٩٢	١٦٦	٢٤٢	١٦١	٢٢٠	١٧٦	١٢٥	١١٤	١٨٦	١٨٢١	١٧٠	٦٦٢	[illegible]
برغل	٤٦	١٢٢	١٩٥	٣٩٠	١٦٠	٩٠	١٢٣	٢١٣	٢٥٣	١٨٣	٢٣٠	٢٧٠	١٢٠	٢٢٢	٢٩٠	١٣٩٧	٢٤٩	٦٣٧	[illegible]
دقيق	٤٥	١٥٢	٢٠٦	٤٠٠	١٢٧	١٠٧	١٣٨	٢٤٥	٢٩٣	٢٠٢	٢٧١	٢٣٠	١١٥	١٧٣	١٤٨	١٨٣٩	١٩٢	٧٢٢	٣٦٤
قمح	٥	١٤٨	٢٤٨	٤٧٢	١٨٦	١٢٧	١٢١	٢٤٨	٢٢٤	٢٢٥	٣١٣	٣٥٣	١٦٦	٢٣٠	٣١٥	٢١٠٠	٢٥٠	٥٨٧	[illegible]
منوعات																			
طعمية	٣٨	١٦٢	٢٣٦	٤١٩	١٧٢	٨٢	٩٠	١٧٢	٢٧٩	١٩٥	٣٠٦	٣٦٧	١٥٤	٢١٤	٤١٦	١٥٧٠	٢٢٦	٤٢٧	٢٥٧
حلاوة طحينية	٧٠	٢١٠	٢٣١	٤١٢	١٤١	١٦٧	٩٧	٢٦٤	٢٦٣	١٩٩	٣٢٠	٧٤٦	١٥٠	٢٩٣	٤٨٨	١٢٢٣	٣١٤	٢١٦	٣٦٦
طحينة	٣٢	٢١٩	٢١٦	٤١٤	١٦٦	١٧٤	١١٣	٢٨٧	٢٨٥	٢٤٦	٢٩٣	٧١٩	١٦٥	٣٠٦	٥١٨	١٢١٦	٣١٥	٢٤١	٢٩٤
كنافة بالقشدة	–	٢٦٣	٣٠٧	٦٠٢	٣٤٠	١٤٤	٥٩	٢٠٣	٣١١	٢٩٣	٣٧٢	٢٠١	٢٠٣	٢١٠	٤٣٦	٣٦١٠	١٣٩	٦٥٥	٣٩١

الغذاء و التغذية

دكتورة
ايزيس عازر نوار
أستاذ ورئيس قسم الاقتصاد المنزلى سابقا
كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية

دار المعرفة الجامعية

الغذاء و التغذية
دكتورة ايزيس عازر نوار
دار المعرفة الجامعية